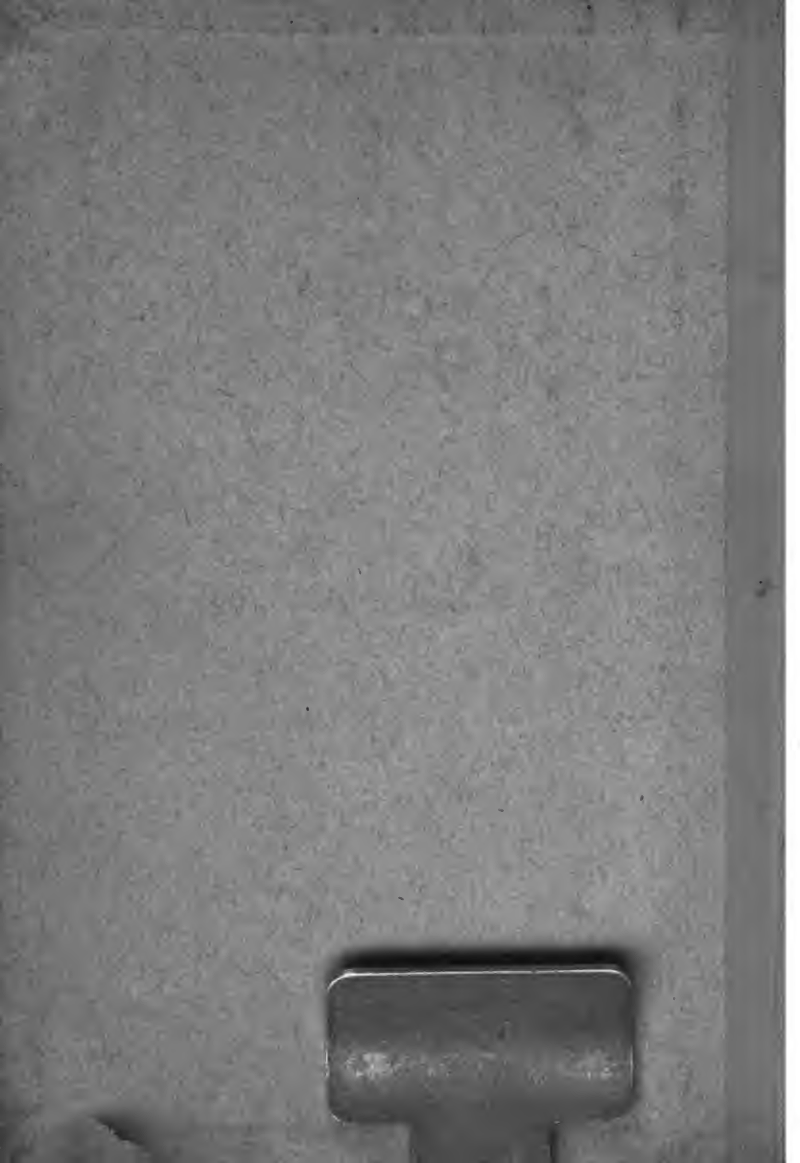

NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 09073457





Braun
VON

Sammlung Göschen

Die Fette und Öle

sowie die

Seifen- und Kerzenfabrikation

und die

Harze, Lacke, Firnisse

mit ihren wichtigsten Hilfsstoffen

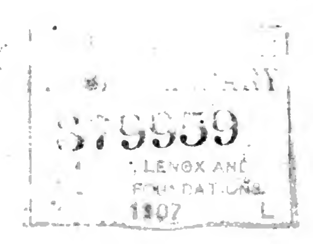
Von

Dr. Karl Braun

I

Einführung in die Chemie, Besprechung einiger Salze und die Fette und Öle

Leipzig
G. J. Göschen'sche Verlagshandlung
1907



Spamersche Buchdruckerei in Leipzig-R.

Inhaltsverzeichnis.

1*

Literatur-Verzeichnis.

A. Bücher.

Benedikt-Ulzer, Analyse der Fette und Wachsarten.

Bernthsen, Organische Chemie.

Buchka, Die Nahrungsmittelgesetzgebung.

Cohn, Die Riechstoffe.

Donath und Magosches, Das Wollfett, seine Gewinnung, Zusammensetzung, Untersuchung, Eigenschaften und Verwertung.

Elsner, Die Praxis des Chemikers.

Erdmann, Lehrbuch der anorganischen Chemie.

Gildemeister-Hoffmann, Die ätherischen Öle.

Graham-Ottos Ausführliches Lehrbuch der Chemie.

Joslin, Schmidt & Co., Das Twitchell-Verfahren.

Kitt, Die Jodzahl der Fette und Wachsarten.

Klimont-Ulzer, Allgemeine und physiologische Chemie der Fette.

König, Die Untersuchung landwirtschaftlicher und gewerblicher Stoffe.

Kopp, Beiträge zur Geschichte der Chemie.

Lewkowitsch, Chemische Technologie und Analyse der Öle, Fette und Wachse.

Luegers Lexikon der gesamten Technik und ihrer Hilfswissenschaften.

Lunge, Chemisch-technische Untersuchungsmethoden.

Mann, Die moderne Parfümerie.

Medicus, Kurze Anleitung zur Gewichtsanalyse.

Mendelejeff, Die modernen Theorien der Chemie.

Muspratt, Theoretische, praktische und analytische Chemie in Anwendung auf Künste und Gewerbe.

Oppenheimer, Die Fermente und ihre Wirkungen.

Ostwald, Grundlinien der anorganischen Chemie.

Post, Chemisch-technische Analyse. Handbuch der analytischen Untersuchungen zur Beaufsichtigung des chemischen Großbetriebes und zum Unterrichte.

Remsen, Grundzüge der theoretischen Chemie.

Röttger, Kurzes Lehrbuch der Nahrungsmittelchemie.

Rudorf, Das periodische System, seine Geschichte und Bedeutung für die chemische Systematik.

Schaedler, Technologie der Fette und Öle.

Schmidt, Ausführliches Lehrbuch der pharmazeutischen Chemie.

Thoms, Einführung in die praktische Nahrungsmittelchemie.

Wagners Jahresberichte über die Leistungen der chemischen Technologie. Bearbeitet von F. Fischer.

B. Zeitschriften.

Allgemeine Chemiker-Zeitung, Lübeck.

Chemiker-Zeitung, Cöthen i. Anhalt.

Chemische Revue über die Fett- und Harz-Industrie, Hamburg.

Der Seifenfabrikant. Zeitschrift für Seifen-, Kerzen- und Parfümeriefabrikation, sowie verwandte Geschäftszweige, Berlin.

Der Seifenhandel. Fachzeitschrift für die Seifen-, Parfümerie- und Drogen-Industrie, Berlin.

Seifensieder-Zeitung und Revue über die Harz-, Fett- und Öl-Industrie, Augsburg.

Zeitschrift für angewandte Chemie, Leipzig.

Erklärung einiger chemischer Begriffe.

Die Chemie ist ein Zweig der Naturwissenschaft. Sie beschäftigt sich mit denjenigen Vorgängen in der Natur, die mit einer stofflichen Veränderung verbunden sind. Der Chemie nahe verwandt ist die Physik. Diese betrachtet lediglich Vorgänge, bei denen der Stoff selbst unverändert bleibt. Wenn z. B. Eisen an feuchter Luft liegt, so überzieht es sich mit einer braunen Schicht, Rost genannt, chemisch Eisenhydroxyd; d. h. das Eisen hat aus der Luft Sauerstoff aufgenommen und ist mit diesem zu einer Verbindung zusammengetreten: es ist das ein chemischer Vorgang. Bestreicht man dagegen Eisen mit einem Magneten, so wird das bestrichene Eisen ebenfalls magnetisch; Eisen selbst ist unverändert geblieben: es ist das ein physikalischer Vorgang.

Körper, die sich nach dem Stand der heutigen Wissenschaft nicht mehr in verschiedenartige Bestandteile zerlegen lassen, nennt man Elemente. Ein Element oder Grundstoff läßt sich nicht in einen anderen überführen. Erhitzt man z. B. Quecksilber auf 350 Grad, so geht es unter Sauerstoffaufnahme in Quecksilberoxyd über, um bei 400 Grad wieder zu zerfallen. Dieser Versuch ist zuerst von Lavoisier 1774 angestellt worden. Der Satz „Die Materie ist unerschaffbar und unzerstörbar“, welchen er auf Grund dieses Experimentes aufstellte, hat auch heute noch uneingeschränkte Geltung. Das kleinste existenzfähige Teilchen eines Elementes nennt man ein Molekel oder Molekül. Das Molekül wiederum denkt man sich zusammengesetzt aus Atomen, in der Regel zwei. Nur wenige Elemente

bilden eine Ausnahme, so z. B. enthält Quecksilber, Kadmium, Zink und Natrium nur je ein Atom im Molekül, während z. B. Phosphor und Arsen je vier Atome enthalten. Die Vereinigung verschiedener Atome zu einem Molekül führt zu einer Verbindung. Bedingung ist eine „Verwandtschaft“ oder „Affinität“, d. h. die Elemente müssen das Bestreben haben, sich zu vereinigen. Die Symbole für die Elemente, die lateinischen Abkürzungen, hat 1818 der schwedische Chemiker Berzelius eingeführt.

Das Gewicht der Atome, das **Atomgewicht**, hat man nun in Beziehung auf Wasserstoff als Einheit festgelegt. Das doppelte Atomgewicht gibt das **Molekulargewicht**. Diese Zahlen stützen sich auf physikalische Methoden, und zwar bedient man sich meist der von Dumas, Gay-Lussac oder Viktor Meyer zur Bestimmung der Dampfdichte. Die Dampfdichte ist gleich dem Atomgewicht, die doppelte Dampfdichte das Molekulargewicht. Zu diesen Atomgewichten kann man aber auch in der Weise gelangen, daß man das spezifische Gewicht der Gase, bezogen auf Luft, als Einheit bestimmt. Da man nun bei den Atomgewichten Wasserstoff als Einheit annimmt, dieser aber 14,45 mal leichter als Luft, das spezifische Gewicht aber 0,0692 ist, so ergibt sich durch Multiplikation von 0,0692 mit 14,45 das Atomgewicht des Wasserstoffes = 1. Das spezifische Gewicht von Sauerstoff ist 1,107; auf Wasserstoff umgerechnet 1,107 · 14,45 = 16. Das spezifische Gewicht von Stickstoff ist 0,9688, bezogen auf Wasserstoff 0,9688 · 14,45 = 14 usw. Unterwirft man angesäuertes Wasser der Elektrolyse, so scheiden sich am negativen Pol, der Kathode, zwei Volumina Wasserstoff und am positiven Pol, der Anode, ein Volumen Sauerstoff ab. Nach dem Avogadroschen Gesetz enthalten nun alle Gase bei gleichem Druck und

gleicher Temperatur im gleichen Volumen die gleiche Anzahl von Molekülen. Folglich sind im Wasser zwei Atome Wasserstoff verbunden mit einem Atom Sauerstoff. Mischt man mehrere Volumina verschiedener elementarer Gase, so nimmt das entstandene Produkt stets den Raum zweier Volumina ein, z. B. 3 Volumina Wasserstoff geben mit 1 Volumen Stickstoff 2 Volumina Ammoniak. Hieraus folgt das Gesetz: Das Volumen einer Verbindung im Gaszustande ist doppelt so groß als ein Volumen Wasserstoff.

Das Gewicht, welches man durch die quantitative Analyse erhält, nennt man das Äquivalentgewicht. Im Wasser z. B. sind 8 Gewichtsteile Sauerstoff verbunden mit einem Gewichtsteil Wasserstoff. Bestimmt man im Wasser, H_2O, quantitativ Wasserstoff und Sauerstoff, so erhält man als Resultat 11,11 % H und 88,88 % O, so daß also die kleinsten Gewichtsmengen, welche sich miteinander verbinden, 1 und 8 sind. Salzsäure, HCl, setzt sich zusammen aus 2,74 % H und 97,25 % Cl, also ein Verhältnis wie 1 : 35,5. Dalton hat daher das Gesetz aufgestellt, daß sich die Elemente in bestimmten, unabänderlichen Gewichtsverhältnissen miteinander verbinden. Sie können sich aber nicht nur in einem, sondern in mehreren Gewichtsverhältnissen verbinden, aber dann nur so, daß die Gewichte des variierenden Elementes Vielfache desselben, ausgedrückt in ganzen Zahlen, bilden.

Bei den einwertigen Elementen ist das Äquivalentgewicht gleich dem Atomgewicht, bei den zweiwertigen ist das Atomgewicht das doppelte Äquivalentgewicht usf. Durch Division des Äquivalentgewichtes in das Atomgewicht erhält man die Valenz oder Wertigkeit, z. B.

Äquivalentgewicht von Sauerstoff = 8
Atomgewicht von Sauerstoff = 16
Valenz = 2

Äquivalentgewicht von Stickstoff = 4,667
Atomgewicht von Stickstoff = 14
Valenz = 3.

Unter Valenz verstehen wir das Verhältnis, mit welchem sich die Atome untereinander verbinden. Die Valenz ist die atombindende Kraft.

Seit alters her macht man nun einen Unterschied zwischen organischer und anorganischer Chemie. Früher zählte man zu den organischen Körpern alle diejenigen, von denen man annahm, daß sie sich nur bilden könnten unter dem Einfluß einer besonderen Kraft, die man Lebenskraft, vis vitalis, nannte. Als klassischen Vertreter nahm man den Harnstoff an, ein Umsetzungsprodukt des tierischen Organismus. Im Jahre 1827 gelang es Wöhler, Harnstoff künstlich darzustellen.

Auf Grund dieses Experimentes mußte man den Unterschied zwischen organischer und anorganischer Chemie fallen lassen und nur aus rein praktischen Gründen hat man ihn beibehalten. Man zählt zur organischen Chemie die Abkömmlinge des Kohlenstoffes mit Ausnahme von CO Kohlenoxyd, CO_2 Kohlendioxyd und CS_2 Schwefelkohlenstoff. Alle anderen Derivate des Kohlenstoffes werden zur organischen Chemie gerechnet.

Die anorganische Chemie teilt man ein in die Metalloide und die Metalle. Zu den Metalloiden gehören:

1. die einwertigen Halogene: Fluor (Fl), Chlor (Cl), Brom (Br) und Jod (J);
2. die zweiwertigen: Sauerstoff (O) und Schwefel (S);
3. die dreiwertigen: Stickstoff (N), Phosphor (P), Arsen (As) und Antimon (Sb);
4. die vierwertigen: Kohlenstoff (C) und Silizium (Si).

Die Metalle teilt man weiterhin ein in Leicht- und Schwermetalle, je nachdem das spezifische Gewicht über oder unter 5 liegt, die Schwermetalle wiederum in edle und unedle. Die Edelmetalle sind beständige Körper, während die unedlen sich besonders bei feuchter Witterung mit einer Oxydschicht überziehen. Zu den Leichtmetallen gehören besonders die Alkalien, Kalium (K) und Natrium (Na), ferner die alkalischen Erden, Kalzium (Ca), Barium (Ba) und Strontium (Sr), wie auch Magnesium (Mg), Zink (Zn), Kadmium (Cd) und Aluminium (Al). Edelmetalle sind z. B. Gold (Au), Silber (Ag), Platin (Pt). Unedle sind z. B. Eisen (Fe), Blei (Pb), Kupfer (Cu).

Berechtigtes Aufsehen machte die Veröffentlichung des periodischen Systems von Lothar Meyer und Mendelejeff im Jahre 1864. Diese Forscher ordneten die Elemente nach ihrem Atomgewicht, Wasserstoff als Einheit. Dabei beobachteten sie, daß mit der Zunahme des Atomgewichtes die Valenz wächst bis zum vierwertigen Kohlenstoff und dann wieder fällt bis zu den einwertigen Halogenen, und zwar in dem Fall, wenn man die Elemente in Beziehung bringt zu H oder Cl. Bringt man dagegen die Elemente in Beziehung zu der einwertigen Hydroxylgruppe OH, so beobachtet man, daß die Valenz auch steigen kann, bis zu den siebenwertigen Halogenen, z. B.

$LiCl$		$LiOH$
$BeCl_2$		$Be(OH)^2$
BCl_3		$B(OH)^3$
CH_4	oder	$C(OH)^4$
NH_3		$P(OH)^5 = H_3PO_4 + H_2O$
OH_2		$S(OH)^6 = H_2SO_4 + 2H_2O$
FlH		$Cl(OH)^7 = HClO_4 + 3H_2O$.

Man nennt eine Reihe von sieben Elementen eine kleine Periode, so daß also die erste kleine Periode anfängt

mit Lithium und aufhört mit Fluor, die zweite kleine Periode mit Natrium beginnt und aufhört mit Chlor. Es folgen dann zwei große Perioden, die erste anfangend mit Kalium und aufhörend mit Brom, die zweite große Periode anfangend mit Zäsium und aufhörend mit Jod. Die Perioden der letzten Elemente sind noch nicht vollständig. Denkt man sich nun eine Linie gezogen von Kohlenstoff zum Bismut, so stehen auf der linken Seite die Metalle und auf der rechten Seite die Metalloide. Wir machen hier wieder eine Einteilung, welche die alten Chemiker schon gemacht haben.

Faßt man die Gruppen im periodischen System ins Auge, so stellen die wahren Analoga die paaren, bzw. unpaaren Reihen dar. Seltsamerweise beobachtet man hierbei die Dreizahl. Eine Gruppe von je drei Elementen bezeichnet man nach Döbereiner als eine Triade. Wir nennen nun alle diejenigen Elemente in Verbindung mit der OH-Gruppe, welche alkalisch reagieren, d. h. rotes Lackmuspapier bläuen, Basen, und diejenigen, welche sauer reagieren, d. h. blaues Lackmuspapier röten, Säuren. Wir verstehen also unter einer Base die Verbindung eines Metalles mit der OH-Gruppe und unter einer Säure die Vereinigung eines Metalloides mit der OH-Gruppe, oder auch H allein. Bei letzteren unterscheiden wir danach Wasserstoffsäuren, z. B. HCl Chlorwasserstoff oder Salzsäure, und Sauerstoffsäuren, z. B. $HClO_3$ Chlorsäure.

Läßt man aus den Verbindungen der Elemente mit der OH-Gruppe das ganze Wasser (H_2O) austreten, so erhält man Verbindungen, welche man bei den Basen Oxyde nennt, z. B.

$$Ca\begin{matrix}\diagup OH\\ \diagdown OH\end{matrix} = CaO + H_2O$$

Kalzium-hydroxyd   Kazlium-oxyd   Wasser

oder

$$\begin{matrix} & -\,OH \\ Fe & -\,OH \\ & -\,OH \\ & -\,OH \\ Fe & -\,OH \\ & -\,OH \end{matrix} = fe_2O_3 + 3\,H_2O$$

Eisenhydroxyd — Eisenoxyd — Wasser.

Von diesen Verbindungen leiten sich dann solche ab, welche mit Sauerstoff überladen sind, und welche man Superoxyde genannt hat. Im Gegensatz zu diesen stehen die Suboxyde, welche durch Aufnahme von Sauerstoff in die gewöhnlichen Oxyde übergehen können. Besitzt ein Metall, wie z. B. das Quecksilber, zwei Valenzen, so nennt man die Verbindung der höheren Reihe mit Sauerstoff Oxyd, die der niederen Oxydul, z. B. Hg_2O Quecksilberoxydul, HgO Quecksilberoxyd. In der ersten Verbindung ist Quecksilber einwertig, in der zweiten zweiwertig.

Auch aus den Verbindungen der Metalloide mit der OH-Gruppe kann das ganze Wasser austreten. Man kommt dann zu den Anhydriden, z. B.

$$H_2SO_4 = SO_3 + H_2O$$

Schwefelsäure — Schwefelsäureanhydrid — Wasser

oder

$$2\,H_3PO_4 = P_2O_5 + 3\,H_2O$$

Phosphorsäure — Phosphorsäureanhydrid — Wasser.

Durch Vereinigung von Säure mit Base bildet sich ein **Salz.** Diese Salzbildung vollzieht sich stets unter Austritt von Wasser, und zwar wird entweder das H-Atom

der Säure ersetzt durch Metall oder die OH-Gruppe der Base ersetzt durch Halogen oder Säurerest.

$$NaOH + HCl = NaCl + H_2O$$

Natrium-hydroxyd **Chlor-wasser-stoff** **Natrium-chlorid** **Wasser**

$$Ca\begin{cases}OH\\OH\end{cases} + \begin{matrix}HNO_3\\HNO_3\end{matrix} = Ca\begin{cases}NO_3\\NO_3\end{cases} + 2\,H_2O$$

Kalzium-hydroxyd **Salpeter-säure** **Kalzium-nitrat** **Wasser.**

Nach der Zahl der ersetzbaren H-Atome richtet sich die Basizität einer Säure, z. B. $HCLO_3$ Chlorsäure ist einbasisch, H_2SO_4 Schwefelsäure ist zweibasisch. Bei zweibasischen Säuren spricht man von sauren und neutralen Salzen, je nachdem 1 oder 2 H-Atome durch Metall ersetzt werden können.

$$NaOH + \begin{matrix}H\\H\end{matrix}\!\!>SO_4 = NaHSO_4 + H_2O$$

Natrium-hydroxyd **Schwefel-säure** **saures Natrium-sulfat** **Wasser**

$$\begin{matrix}NaOH\\NaOH\end{matrix} + \begin{matrix}H\\H\end{matrix}\!\!>SO_4 = Na_2SO_4 + 2\,H_2O$$

Natrium-hydroxyd **Schwefel-säure** **Natrium-sulfat** **Wasser.**

Ist das Metall mehrwertig, so nimmt man bei der Formelbildung den Rest der Säure in Klammern mal so viel entsprechend der Wertigkeit des Metalles, z. B.

$Fe_2(SO_4)^3$ Ferrisulfat.

Bei dreibasischen Säuren spricht man von primären, sekundären und tertiären Salzen.

$Ca(H_2PO_4)_2$ primäres Kalziumphosphat,
$Ca_2(HPO_4)^2 = CaHPO_4$ sekundäres Kalziumphosphat,
$Ca_3(PO_4)^2$ tertiäres Kalziumphosphat.

Leitet man dagegen die Salze ab von den Basen, und enthält die Base noch ersetzbare OH-Gruppen, so spricht man von basischen Salzen.

$$Bi\begin{cases}OH\\OH\\OH\end{cases} + HNO_3 = Bi\begin{cases}NO_3\\OH\\OH\end{cases} + H_2O$$

Bismut-hydroxyd — Salpeter-säure — basisch salpetersaures Bismut — Wasser.

In **Doppelsalzen** sind die H-Atome durch verschiedene Metalle ersetzt. Z. B. $KNaSO_4$ Kaliumnatriumsulfat.

Die wichtigsten anorganischen Säuren sind:

HFl	Fluorwasserstoff (Flußsäure), deren Salze man Fluoride nennt;	
HCl	Chlorwasserstoff (Salzsäure), deren Salze man Chloride nennt;	
HBr	Bromwasserstoff, deren Salze man	Bromide nennt;
HJ	Jodwasserstoff „ „ „	Jodide „
$HClO_3$	Chlorsäure „ „ „	Chlorate „
HClO	Unterchlorige Säure „ „ „	Hypochlorite „
H_2S	Schwefelwasserstoff „ „ „	Sulfide „
H_2SO_4	Schwefelsäure „ „ „	Sulfate „
H_2SO_3	Schweflige Säure „ „ „	Sulfite „
$H_2S_2O_3$	Thioschwefelsäure „ „ „	Thiosulfate „
HNO_3	Salpetersäure „ „ „	Nitrate „
HNO_2	Salpetrige Säure „ „ „	Nitrite „
H_3PO_4	Phosphorsäure „ „ „	Phosphate „
H_2CO_3	Kohlensäure „ „ „	Karbonate „
H_2SiO_3	Kieselsäure „ „ „	Silikate „

Wenn man nun ein Salz, Kochsalz, in Wasser auflöst, so findet sofort eine Trennung statt in Natrium und Chlor.

Die Komponenten des Salzes in der Lösung bezeichnet man nach Faraday mit „Ionen“. Diese Spaltung, auch Dissoziation genannt, kann sehr weitgehend sein. In einer gewöhnlichen Kochsalzlösung sind 75% Grammolekel in Ionen gespalten. Der schwedische Physiker Arrhenius berechnete als erster das Dissoziationsvermögen aus der elektrischen Leitfähigkeit.

Die organische Chemie teilt man in zwei Hauptreihen ein und zwar in die Methanreihe und in die Benzolreihe. Die Methanreihe leitet sich ab von dem einfachsten Kohlenwasserstoff CH_4. Da die Hauptvertreter die Fette sind, nennt man diese Reihe auch Fettreihe oder aliphatische Reihe. Die Benzolreihe leitet sich ab vom Benzol C_6H_6. Da die meisten Abkömmlinge des Benzols eigenartig riechen, nennt man diese Reihe auch aromatische Reihe. Im Methan CH_4 sind die vier Valenzen des Kohlenstoffes abgesättigt. Die Körper dieser Reihe werden durch konzentrierte Schwefelsäure nicht angegriffen; man bezeichnet sie deswegen auch als gesättigte Kohlenwasserstoffe oder Paraffine.

Denkt man sich von CH_4 ein H-Atom fortgenommen, so verbleibt der einwertige Rest CH_3. Zwei CH_3-Gruppen zusammengelegt geben die existenzfähige Verbindung C_2H_6, das Äthan. Zu diesem Körper kommt man der Formel nach auch in der Weise, daß man in CH_4 ein H-Atom ersetzt durch CH_3. Allgemein gelangt man zu den höheren Kohlenwasserstoffen, indem man H-Atome ersetzt durch CH_3. Man ist darüber einig, daß dieser Ersatz normalerweise immer am Ende vorgenommen wird und nennt daher diese Körper auch endständige Kohlenwasserstoffe. Ersetzt man im Äthan $CH_3 - CH_3$ ein H-Atom durch CH_3, so kommt man zu dem Körper $CH_3 - CH_2 - CH_3$, dem Propan. Von dem Propan leitet

sich das Butan ab mit der Formel $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3$ oder zusammengezogen C_4H_{10}. Nimmt man dagegen den Ersatz in der Mitte vor, also in der CH_2-Gruppe, so kommt man zu der Formel $CH_3 - CHCH_3 - CH_3$, zusammengezogen C_4H_{10}. Diesen Körper nennt man Iso-Butan oder eine isomere Verbindung. Diese Iso-Verbindungen sind den normalen Verbindung prozentualiter gleich, besitzen aber zufolge ihrer verschiedenen Struktur physikalische und chemische Eigenschaften, welche von denen der normalen völlig abweichen.

Die Radikale erhält man durch Abzug eines H-Atomes von den gesättigten Verbindungen. Sie endigen im Wort auf yl. Nachstehend seien dieselben zusammengestellt.

CH_4	Methan	CH_3	Methyl
C_2H_6	Äthan	C_2H_5	Äthyl
C_3H_8	Propan	C_3H_7	Propyl
C_4H_{10}	Butan	C_4H_9	Butyl
C_5H_{12}	Pentan	C_5H_{11}	Amyl
C_6H_{14}	Hexan	C_6H_{13}	Hexyl
C_7H_{16}	Heptan	C_7H_{15}	Heptyl
C_8H_{18}	Octan	C_8H_{17}	Octyl
C_9H_{20}	Nonan	C_9H_{19}	Nonyl

usw.

Die niederen Körper dieser Reihe sind gasförmig. Mit der Zunahme der C-Atome verdichtet sich der Aggregatzustand. Die mittleren sind daher flüssig und die höchsten fest. Methan CH_4 bildet die schlagenden Wetter in den Bergwerken, aus einem Gemenge der höheren Kohlenwasserstoffe besteht das amerikanische Rohpetroleum.

Im Gegensatz zu diesen gesättigten Kohlenwasserstoffen stehen die ungesättigten, auch Olefine genannt. Dieselben leiten sich vom Äthylen $CH_2 = CH_2$ ab, einem

Kohlenwasserstoff mit doppelter Bindung. Aus ungesättigten Kohlenwasserstoffen besteht das russische Petroleum. Die ungesättigten Kohlenwasserstoffe mit dreifacher Bindung sind Abkömmlinge des Azetylens $CH \equiv CH$. Zu den höheren Kohlenwasserstoffen gelangt man auch hier, indem man am Ende ein H-Atom durch CH_3 ersetzt.

Die gesättigten Kohlenwasserstoffe unterscheiden sich nun von den ungesättigten dadurch, daß die ersteren die freien Halogene substituieren, während die ungesättigten dieselben addieren. Leitet man z. B. in CH_4 Chlor ein, so kann man unter geeigneten Bedingungen zu den Körpern gelangen:

			Siedepunkt
CH_3Cl	Monochlormethan	= Methylchlorid gasförmig	
CH_2Cl_2	Dichlormethan	= Methylenchlorid flüssig	40—41°
$CHCl_3$	Trichlormethan	= Chloroform	60—62°
CCl_4	Tetrachlormethan	= Tetrachlorkohlenstoff	77—78°

Zur Bildung dieser Körper sind H-Atome ausgetreten und dafür Cl-Atome eingetreten. Man spricht von einer Substitution. Behandelt man dagegen z. B. Äthylen mit Brom, so wird die Doppelbindung gelöst und es addieren sich zwei Bromatome unter Bildung von $CH_2Br — CH_2Br$, dem Äthylenbromid.

Ersetzt man in den Kohlenwasserstoffen H-Atome durch OH, so gelangt man zu den Alkoholen. Nach der Anzahl der OH-Gruppen richtet sich die Wertigkeit eines Alkohols. So ist der Methylalkohol CH_3O Hebenso wie der Äthylalkohol C_2H_5OH ein einwertiger Alkohol. Das Glyzerin dagegen von der Formel $CH_2OH — CHOH — CH_2OH$ ist ein dreiwertiger Alkohol. Nimmt man den Ersatz der OH-Gruppe in CH_3 vor, so erhält man einen primären Alkohol, welchen die einwertige Gruppe $—CH_2OH$ kennzeichnet. Durch Ersatz in einer CH_2-Gruppe kommt man zu dem zweiwertigen Radikal $=CHOH$ und durch Ersatz

in einer CH-Gruppe zu der dreiwertigen Gruppe $\equiv COH$. Das Radikal CHOH kennzeichnet den sekundären Alkohol, die Gruppe COH den tertiären. Diese drei Alkohole unterscheiden sich voneinander durch ihr Verhalten zu Sauerstoff. Jeder primäre Alkohol gibt bei der Oxydation unter Austritt von Wasser einen Aldehyd mit der einwertigen Gruppe $-COH$, durch weitere Oxydation eine Säure mit dem einwertigen Rest $-COOH$. Z. B.

CH_4	CH_3OH oder HCH_2OH	HCOH	HCOOH
Methan	**Methylalkohol**	**Formaldehyd**	**Ameisensäure**
$CH_3 - CH_3$	$CH_3 - CH_2OH$	$CH_3 - COH$	$CH_3 - COOH$
Äthan	**Äthylalkohol**	**Azetaldehyd**	**Essigsäure**
$CH_3 - CH_3$	$CH_2OH - CH_2OH$	$COH - COH$	$COOH - COOH$
Äthan	**Glykolalkohol**	**Glyoxal**	**Oxalsäure**

Jeder sekundäre Alkohol gibt durch Oxydation ein Keton. So erhält man durch Einwirkung von Sauerstoff auf den Isopropylalkohol $CH_3 - CHOH - CH_3$ das Aceton von der Formel $CH_3 - CO - CH_3$. Ketone lassen sich nicht weiter oxydieren. In gleicher Weise bleiben die tertiären Alkohole bei schwacher Oxydation unverändert, bei stärkerer Einwirkung findet ein Zerfall des Moleküls in niedere Verbindungen statt.

Durch Wasseraustritt aus zwei Molekülen Alkohol bilden sich „Äther“, z. B.

$$\begin{matrix} C_2H_5OH \\ C_2H_5OH \end{matrix} = C_2H_5 - O - C_2H_5 + H_2O \,.$$

Äthylalkohol **Äther** **Wasser**

Nach der Anzahl der COOH-Gruppen richtet sich die Basizität einer Säure. Das H-Atom der COOH-Gruppe ist ersetzbar durch Metall. Durch Neutralisation der Säuren mittels Basen erhält man die organischen Salze. Durch Austritt von Wasser aus zwei Molekülen Säure erhält man die Säureanhydride, z. B.

$$\begin{matrix} CH_3COOH \\ CH_3COOH \end{matrix} = \begin{matrix} CH_3CO \\ CH_3CO \end{matrix}\!\!>O + H_2O$$

Essigsäure — Essigsäureanhydrid — Wasser.

Auch Alkohole können sich mit den Säuren vereinigen zu Verbindungen, welche man Ester nennt. So z. B. ergibt die Vereinigung von Essigsäure mit Äthylalkohol unter Austritt von Wasser den Äthylester der Essigsäure. Unsere Fette und Öle setzen sich zusammen aus drei Fettsäureresten und dem dreiwertigen Glyzerinrest: die Fette sind Fettsäureglyzerinester.

Nachstehend seien die wichtigsten Säuren angeführt:

A. Gesättigte:	Schmelzpunkt	Siedepunkt
Ameisensäure HCOOH	8,5°	100°
Essigsäure CH_3COOH	16,5°	118°
Propionsäure C_2H_5COOH	—36,5°	146°
Buttersäure, normale C_3H_7COOH	—3°	162°
Valeriansäure, normale C_4H_9COOH	—58,5°	185°
Capronsäure, normale $C_5H_{11}COOH$	—1,5°	205°
Önanthylsäure, normale $C_6H_{13}COOH$	—10°	223°
Caprylsäure $C_7H_{15}COOH$	+16°	236°
Pelargonsäure $C_8H_{17}COOH$	+12,5°	254°
Caprinsäure $C_9H_{19}COOH$	+31,3°	269°
Undecylsäure $C_{10}H_{21}COOH$	+28°	
Laurinsäure $C_{11}H_{23}COOH$	+43,5°	
Tridecylsäure $C_{12}H_{25}COOH$	40,5°	

Myristinsäure $C_{13}H_{27}COOH$	54 °
Pentadecylsäure $C_{14}H_{29}COOH$	51 °
Palmitinsäure $C_{15}H_{31}COOH$	62 °
Margarinsäure $C_{16}H_{33}COOH$	60 °
Stearinsäure $C_{17}H_{35}COOH$	69 °
Arachinsäure $C_{19}H_{39}COOH$	75 °
Behensäure $C_{21}H_{43}COOH$	83,5 °
Lignocerinsäure $C_{23}H_{47}COOH$	80,5 °
Cerotinsäure $C_{25}H_{51}COOH$	79 °
Melissinsäure $C_{29}H_{59}COOH$	90 °

B. Ungesättigte:	Schmelzpunkt	Siedepunkt
Acrylsäure C_2H_3COOH	+ 7 °	139—140
Krotonsäure C_3H_5COOH	72 °	182
Ölsäure $C_{17}H_{33}COOH$	14 °	285—286
Erucasäure $C_{21}H_{41}COOH$	31 °	

ferner	Schmelzpunkt
Linolsäure $C_{17}H_{31}COOH$	
Eläomargarinsäure $C_{17}H_{31}COOH$	43—44 °
Linolensäure $C_{17}H_{29}COOH$	

C. Hydroxylierte:	Schmelzpunkt
Lanopalminsäure	+ 87—88 °
Ricinolsäure $C_{17}H_{33}OCOOH$	
Dioxystearinsäure $C_{17}H_{35}O_2COOH$	141—142 °
Lanocerinsäure $C_{19}H_{59}O_2COOH$	104—105 °
Japansäure $C_{21}H_{41}O_2COOH$	117,7 °

Die aromatische Reihe leitet sich, wie schon erwähnt, vom Benzol C_6H_6 ab. Um sich die Bindung zu erklären, nimmt man nach Kekulé an, daß 6 CH-Gruppen mit abwechselnd doppelter Bindung in einem Sechseck gelagert sind. Die Gewinnung des Benzols geschieht durch

fraktionierte Destillation des Steinkohlenteers. Wie im Methan CH_4, so sind auch im Benzol C_6H_6 die H-Atome ersetzbar durch Radikale. Körper, in denen z. B. die H-Atome ersetzt sind durch OH-Gruppen, nennt man Phenole. Nach der Anzahl der OH-Gruppen richtet sich die Säurigkeit eines Phenols. Die Karbolsäure C_6H_5OH ist ein einsäuriges Phenol. Brenzcatechin, Resorcin und Hydrochinon mit der Formel $C_6H_4(OH)_2$ sind zweisäurige Phenole und unter sich isomer. Methylierte Benzole sind Toluol $C_6H_5CH_3$ und Xylol $C_6H_4(CH_3)_2$. Leitet man in Toluol Chlor ein, so erhält man je nach der Dauer der Einwirkung:

$C_6H_5CH_2Cl$ Monochlortoluol oder Benzylchlorid,
$C_6H_5CHCl_2$ Dichlortoluol oder Benzalchlorid,
$C_6H_5CCl_3$ Trichlortoluol oder Benzotrichlorid.

Behandelt man diese Körper mit Wasser, so erhält man aromatische Alkohole, Aldehyde und Säuren, welche dieselben Gruppen haben, wie die der aliphatischen Reihe:

$C_6H_5CH_2Cl + H_2O = HCl + C_6H_5CH_2OH$ Benzylalkohol,
$C_6H_5CHCl_2 + 2H_2O = 2HCl + H_2O + C_6H_5CHO$ Benzaldehyd,
$C_6H_5CCl_3 + 3H_2O = 3HCl + H_2O + C_6H_5COOH$ Benzoesäure.

Ersetzt man in der Benzoesäure ein oder mehrere H-Atome durch OH, so erhält man Oxysäuren; z. B. $C_6H_4OHCOOH$ ist die Monooxybenzoesäure oder Salizylsäure und $C_6H_3(OH)_2COOH$ die Dioxybenzoesäure oder Protokatechusäure. Der Monomethyläther von dem Aldehyd dieser Säure ist das Vanillin

$$C_6H_3\begin{cases} OH \\ OCH_3 \\ CHO \end{cases}.$$

Eine Säure mit 2 COOH-Gruppen, d. h. eine zweibasische Säure, ist die Phthalsäure mit der Formel $C_6H_4(COOH)_2$. Durch Vereinigung von Phthalsäureanhydrid mit Phenol erhält man das Phenolphthalein, ein weißgelbliches Pulver, welches der Abstammung entsprechend schwach sauren Charakter hat. Die Alkalisalze sind rot gefärbt.

Durch Einwirkung von starker Salpetersäure mit Schwefelsäure auf Benzol tritt für ein H-Atom die Gruppe NO_2 ein und man erhält das Nitrobenzol $C_6H_5NO_2$ oder Mirbanöl. Durch naszierenden Wasserstoff werden die O-Atome durch H ersetzt, und man erhält das Anilin $C_6H_5NH_2$, das Ausgangsmaterial zur Herstellung von Farbstoffen.

Die wichtigsten Salze des Kaliums, Natriums, Ammoniums und Kalziums.

Kalium, K. Atomgewicht 39. Einwertig.

Vorkommen: Als Kaliumchlorid, Sylvin, und Kalium-Magnesiumchlorid (Karnallit) in den Staßfurter Abraumsalzen; in der Asche der Landpflanzen als Karbonat.

Herstellung: Aus dem Karbonat durch Reduktion mit Kohle.

$$K_2CO_3 + 2\,C = 2\,K + 3\,CO$$

Kalium-karbonat **Kohle** **Kalium** **Kohlen-oxyd**

Eigenschaften: Silberweißes, glänzendes Metall, oxydiert sich an der Luft, daher aufbewahrt unter Petroleum. (Petroleum ist ein Körper, bestehend aus Kohlenstoff und Wasserstoff.) Wasser wird unter Entwicklung von Wasserstoff, der sofort mit violetter Flamme verbrennt,

zersetzt. Die Lösung enthält Kaliumhydroxyd und reagiert daher alkalisch.

$$\underset{\text{Kalium}}{2\,K} + \underset{\text{Wasser}}{2\,HOH} = \underset{\text{Kalium-hydroxyd}}{2\,KOH} + \underset{\text{Wasser-stoff}}{H_2}$$

(Herstellung für chemisch reine Kalilauge)

Verbindungen: Kaliumkarbonat, Pottasche, Kalium carbonicum, neutrales kohlensaures Kalium K_2CO_3. Früher wurde Pottasche erzeugt durch Verbrennen von Holz, Auslaugen der Asche mit Wasser und Eindampfen in Töpfen zur Trockne. Heute stellt man sie nach dem sog. Leblancschen Sodaverfahren aus Sylvin her. Auch aus der Schlempe der Rübenmelasse durch Verkohlen und aus dem Wollschweiß der Schafe wird Pottasche gewonnen. Es ist ein weißes, hygroskopisches Salz, in Wasser mit alkalischer Reaktion löslich.

Kaliumsilikat, Kalium silicicum, kieselsaures Kalium K_2SiO_3 ward früher hergestellt durch Zusammenschmelzen von Pottasche mit Sand (Kieselsäureanhydrid).

$$\underset{\text{Kalium-karbonat}}{K_2CO_3} + \underset{\text{Kiesel-säure-anhydrid}}{SiO_2} = \underset{\text{Kalium-silikat}}{K_2SiO_3} + \underset{\text{Kohlen-säure-anhydrid}}{CO_2}$$

Als Kaliwasserglas ist eine wäßrige Lösung im Handel, welche das Kalium an Polykieselsäure gebunden enthält. Technisch erfolgt die Herstellung durch Schmelzen von Kaliumsulfat mit Kohle und Sand. Dabei wird das Kaliumsulfat reduziert zu Kaliumsulfit, welches mit Sand unter Entwicklung von Schwefeldioxyd sich zu Kaliumsilikat umsetzt.

Kaliumhydroxyd, Kalium hydricum, Kali causticum, Ätzkali, Kalihydrat KOH wird gewonnen, indem man Kaliumkarbonat mit Kalziumhydroxyd

im Verhältnis ihrer Molekulargewichte umsetzt. Nach längerem Stehen bei Luftabschluß hebert man von dem

$$\underset{\text{Kaliumkarbonat}}{K_2CO_3} + \underset{\text{Kalziumhydroxyd}}{Ca(OH)^2} = \underset{\text{Kaliumhydroxyd}}{2\,KOH} + \underset{\text{Kalziumkarbonat}}{CaCO_3}$$

unlöslichen Kalziumkarbonat ab und dampft entweder zu der gewünschten Konzentration oder zur Trockne ein. Kaliumhydroxyd bildet weiße Massen. Es reagiert alkalisch, zieht begierig Feuchtigkeit an und überzieht sich beim Liegen an kohlensäurereicher Luft mit einer Schicht von Kaliumkarbonat. Das auf elektrolytischem Wege gewonnene KOH erhält man durch Zerlegung von Sylvin mittels des elektrischen Stromes. An der Kathode scheidet sich Kalium ab, welches mit Wasser KOH und H bildet. Die handelsübliche Lösung ist 50° Be. stark.

Kaliumsulfat, Kalium sulfuricum, schwefelsaures Kalium K_2SO_4 bildet in Gemeinschaft mit Magnesiumsulfat den in den Staßfurter Abraumsalzen vorkommenden Schoenit oder Kainit.

Kaliumchlorid, Kalium chloratum, Chlorkalium, Sylvin KCl wird aus den Staßfurter Salzen gewonnen. Weißes, leicht wasserlösliches Salz, welches zum Füllen von Schmierseifen benutzt wird.

Kaliumchlorat, Kalium chloricum $KClO_3$ bildet weiße Blättchen, welche durch Einleiten von Chlor in heiße konzentrierte Kalilauge erhalten werden.

Kaliumbromid, Kalium bromatum, Bromkalium KBr wird gewonnen, indem man Eisenbromürbromid mit Pottasche umsetzt. Farblose, würfelförmige Kristalle.

Kaliumjodid, Kalium jodatum, Jodkalium KJ wird in gleicher Weise wie Bromkalium aus Eisenjodürjodid hergestellt; in der Analyse, z. B. der v. Hüblschen

Jodzahl, benutzt, um Jod und Quecksilberjodid in Wasser aufzulösen. Farblose, würfelförmige Kristalle.

Kaliumchromat, Kalium chromicum, chromsaures Kali K_2CrO_4 wird hergestellt durch Schmelzen von Kaliumdichromat mit Pottasche. Gelbe in Wasser lösliche Kristalle; benutzt als Indikator bei der Titration mit Silbernitrat zur Bestimmung der Halogene in neutraler Lösung.

Kaliumdichromat, Kalium dichromicum, überchromsaures Kali $K_2Cr_2O_7$ erhält man durch Schmelzen des Chromeisensteins mit Pottasche und Salpeter und nachfolgender Oxydation mit Salpetersäure.

Große, rote Kristalle, welche mit Schwefelsäure Sauerstoff und mit Salzsäure Chlor entwickeln. Dabei reduziert sich das rote chromsaure Salz zu einer grünen Chromiverbindung nach der Gleichung:

$$\underset{\text{Kaliumdichromat}}{K_2Cr_2O_7} + \underset{\text{Schwefelsäure}}{4\,H_2SO_4} = \underset{\text{Chromisulfat}}{Cr_2(SO_4)_3}$$

$$+ \underset{\text{Kaliumsulfat}}{K_2SO_4} + \underset{\text{Wasser}}{4\,H_2O} + \underset{\text{Sauerstoff}}{3\,O}$$

$$\underset{\text{Kaliumdichromat}}{K_2Cr_2O_7} + \underset{\text{Salzsäure}}{14\,HCl} = \underset{\text{Chromichlorid}}{Cr_2Cl_6} + \underset{\text{Kaliumchlorid}}{2\,KCl} + \underset{\text{Wasser}}{7\,H_2O} + \underset{\text{Chlor.}}{6\,Cl}$$

Benutzt zum Bleichen von Fetten, zum Entfärben von Palmöl und zum Einstellen der $^1/_{10}$ Normal-Natriumthiosulfatlösung.

Kaliumpermanganat, übermangansaures Kali $KMnO_4$ erhält man wie Kaliumdichromat aus dem Braunstein. Dunkelviolette in Wasser lösliche Prismen. Energisches Oxydationsmittel.

Nachweis des Kaliums:

Platinchlorid veranlaßt besonders auf Zusatz von Alkohol in schwach sauren oder neutralen Lösungen gelben Niederschlag von Kaliumplatinchlorid K_2PtCl_6 (auch quantitative Bestimmung).

Weinsäure erzeugt in neutraler Lösung kristallinischen Niederschlag von Kaliumbitartrat (Weinstein, Kremortartari).

$$KCl + C_4H_6O_6 = HCl + C_4H_5KO_6$$

Kaliumchlorid	Weinsäure	Salzsäure	saures Kaliumtartrat

Natrium, Na. Atomgewicht 23. Einwertig.

Vorkommen: Als Chlorid Kochsalz, Steinsalz, Seesalz im Wasser gelöst oder in mächtigen Lagern, als Nitrat im Chilisalpeter, als Silikat im Sand.

Herstellung: Aus dem Karbonat durch Reduktion mit Kohle.

$$Na_2CO_3 + 2\,C = 2\,Na + 3\,CO$$

Natriumkarbonat	Kohle	Natrium	Kohlenoxyd

Eigenschaften: Weißes, silberglänzendes Metall, aufbewahrt unter Petroleum; zersetzt das Wasser, ohne daß sich der Wasserstoff entzündet.

$$2\,Na + 2\,HOH = 2\,NaOH + H_2$$

Natrium	Wasser	Natriumhydroxyd	Wasserstoff

Verbindungen: Natriumkarbonat, Soda, Natrium carbonicum, neutrales kohlensaures Natrium. Na_2CO_3. Für die Herstellung der Soda kommen mehrere Verfahren in Betracht:

1. Das Leblancsche Verfahren.

Kochsalz wird durch Schwefelsäure übergeführt in Glaubersalz, als Nebenprodukt erhält man Salzsäure. Das

Natriumsulfat wird mit Kohle reduziert zu Natriumsulfid und dieses mit Kreide umgesetzt zu Natriumkarbonat und Kalziumsulfid. Das Kalziumsulfid geht beim Liegen an der Luft über in Thiosulfat. Die so gewonnene Soda enthält Ätznatron und Verunreinigungen. Zur Herstellung einer chemisch reinen Soda leitet man in die wäßrige Lösung Kohlensäure ein. Anfangs wird freies Ätznatron neutralisiert und bei weiterem Einleiten scheidet sich das saure Salz, das doppeltkohlensaure Natron, das Natriumbikarbonat, aus. Getrocknet und geglüht erhält man nun die kalzinierte Soda, welche bei ruhigem Stehen aus gesättigter wäßriger Lösung mit 10 Molekülen Kristallwasser kristallisiert. Stört man die Kristallisation durch Umrühren, so erhält man die sog. „Feinsoda".

Die Operation verläuft nach den Gleichungen:

$$2\,NaCl + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2\,HCl$$

$2\,NaCl$	H_2SO_4	Na_2SO_4	$2\,HCl$
Natrium-chlorid	Schwefel-säure	Natrium-sulfat	Salz-säure

$$Na_2SO_4 + 2\,C = Na_2S + 2\,CO_2$$

Na_2SO_4	$2\,C$	Na_2S	$2\,CO_2$
Natrium-sulfat	Kohle	Natrium-sulfid	Kohlen-dioxyd

$$Na_2S + CaCO_3 = Na_2CO_3 + CaS$$

Na_2S	$CaCO_3$	Na_2CO_3	CaS
Natrium-sulfid	Kalzium-karbonat	Natrium-karbonat	Kalzium-sulfid

$$2\,NaOH + CO_2 = Na_2CO_3$$

$2\,NaOH$	CO_2	Na_2CO_3
Natrium-hydroxyd	Kohlen-dioxyd	Natrium-karbonat

$$Na_2CO_3 + H_2O + CO_2 = 2\,NaHCO_3$$

Na_2CO_3	H_2O	CO_2	$2\,NaHCO_3$
Natrium-karbonat	Wasser	Kohlen-dioxyd	saures Natrium-karbonat

$$2\,NaHCO_3 = Na_2CO_3 + H_2O + CO_2$$

$2\,NaHCO_3$	Na_2CO_3	H_2O	CO_2
saures Natrium-karbonat	Natrium-karbonat	Wasser	Kohlen-dioxyd

$$Na_2CO_3 + H_2O = Na_2CO_3 \cdot 10\,H_2O$$

Na_2CO_3	H_2O	$Na_2CO_3 \cdot 10\,H_2O$
Natrium-karbonat	Wasser	kristallisierte Soda

Es ist nicht uninteressant, daß der Franzose Pillas dem Leblanc die Entdeckung der Herstellung der Soda abspricht. Nach ihm hat der Chirurg Leblanc, angelockt durch den von der Académie des Sciences ausgesetzten Preis von 24000 Lire, im Jahre 1783 sich chemischen Studien unter Leitung von Dizé, dem Direktor des chemischen Laboratoriums am Collège de France, gewidmet und die Herstellung von Soda aus Kochsalz und Schwefelsäure und Reduktion des Sulfates zu Sulfid angestrebt. Dizé aber machte den entscheidenden Schritt, indem er das Sulfid mit Kreide zu Soda umsetzte. Dizé stellte sogar das Verhältnis fest: Auf 100 Teile trockenes Sulfat sind erforderlich 100 Teile Kreide und 50 Teile Kohlepulver. Mit Unterstützung des Herzogs Louis Philipp Joseph von Orleans bzw. dessen Beauftragten M. Shée wurde im Jahre 1791 von Dizé und Leblanc eine Sodafabrik eingerichtet. Unter der Leitung von Dizé kam man allmählich zu einer täglichen Produktion von 300 kg. Mit der Hinrichtung des Herzogs im November 1793 und Beschlagnahme seines Vermögens ging auch die Fabrik mangels Betriebskapitals ein. Nach dem Aufhören der Gesellschaft sank Leblanc von Stufe zu Stufe, bis er am 16. Januar 1806 im Armenhause von St. Denis sich selbst entleibte. Nach seinem Tode taten sich bald besonders in Marseille Sodafabriken auf, denen eine große Blüte beschieden war.

2. Das *Solvaysche* oder *Ammoniaksodaverfahren.*

In eine kochsalzhaltige Ammoniaklösung leitet man Kohlensäure ein. Es fällt direkt Natriumbikarbonat aus, welches dann ebenfalls durch Glühen in die kalzinierte, neutrale Form übergeführt wird.

$$NaCl + H_2O + NH_3 + CO_2 = NH_4Cl + NaHCO_3$$

$NaCl$	H_2O	NH_3	CO_2	NH_4Cl	$NaHCO_3$
Natrium-chlorid	**Wasser**	**Ammoniak**	**Kohlendioxyd**	**Chlorammonium**	**saures Natriumkarbonat**

3. Das elektrolytische Verfahren.

Kochsalz wird durch Elektrolyse in seine Komponenten gespalten. In die Lösung von Natriumhydroxyd leitet man Kohlensäure ein.

Soda bildet mit 10 Molekülen Kristallwasser große farblose Kristalle, kalziniert ein weißes Pulver, in Wasser mit stark alkalischer Reaktion löslich.

Natriumperkarbonat Na_2CO_4, ein weißes Pulver, wird auf elektrolytischem Wege gewonnen. Es zerfällt leicht in $Na_2CO_3 + O$ und wird daher als Zusatz zu Seifenpulver benutzt. Die Verwendung ist patentamtlich geschützt.

Natriumsilikat, Natrium silicicum Na_2SiO_3, hergestellt durch Glühen von Glaubersalz mit Kohle und Sand.

$$Na_2SO_4 + C = Na_2SO_3 + CO$$

Natriumsulfat	Kohle	Natriumsulfit	Kohlenoxyd

$$Na_2SO_3 + SiO_2 = Na_2SiO_3 + SO_2$$

Natriumsulfit	Kieselsäureanhydrid	Natriumsilikat	Schwefeldioxyd

Das in der Seifenfabrikation gebräuchliche Natronwasserglas enthält einen Überschuß an SiO_2, annähernd entsprechend der Formel $Na_2Si_4O_9$. Man muß daher zur Überführung in das neutrale Salz Natronlauge zusetzen. Man rechne etwa $^1/_7$ Natronlauge von 40 Gr. Be. zur Abrichtung. Es kommt in wäßriger Lösung von 38—40° Be. in den Handel. Zum Auflösen des festen Natronwasserglases hat man besondere „Wasserglasapparate". Diese liefern z. B. C. E. Rost & Co in Dresden, Wilh. Rivoir in Offenbach a. M. u. a.

Natriumhydroxyd, Natrium causticum, Ätznatron, Seifenstein NaOH wird in derselben Weise wie

Kali causticum dargestellt. In seinen Eigenschaften gleicht es völlig dem vom Ätzkali Gesagten. Die handelsübliche Lösung ist 40° Be. stark. Im Handel bezeichnet man den Gehalt an wirklichem NaOH nach Graden. Diese Grade geben die Prozente Ätznatron an, berechnet als kalzinierte Soda, z. B. Ätznatron von 120° enthält 90,56% NaOH nach der Gleichung $53:40 = 120:x$. $x = 90,56$, oder 128—130° enthält $53:40 = 130:x$. $x = 98,11\%$ festes Ätznatron.

Natriumsuperoxyd Na_2O_2 gewinnt man durch Verbrennen von Natrium im Sauerstoffstrom. Es bildet ein weißes Pulver, welches beim Auflösen in Wasser in Ätznatron und Sauerstoff zerfällt.

$$Na_2O_2 + H_2O = 2\,NaOH + O$$

Natriumsuperoxyd	Wasser	Natriumhydroxyd	Sauerstoff

Es bildet einen Zusatz für Seifenpulver. Um die Wirkung der Lauge zu mindern, setze man Salmiak im äquivalenten Verhältnis zu. Beim Zerfall des Superoxyd macht die Lauge aus dem Salmiak Ammoniak frei und bindet sich selbst unter Bildung von Kochsalz:

$$2\,NaOH + 2\,NH_4Cl = 2\,NH_4OH + 2\,NaCl$$

Natriumhydroxyd	Salmiak	Ammoniumhydroxyd	Kochsalz

Auf 100 g Natriumsuperoxyd rechne man rund 165 g Salmiak. Die anderen Superoxyde wie Kalziumsuperoxyd, Zinksuperoxyd, Mangansuperoxyd usw. sind ungeeignet, da dieselben in Wasser unlösliche Seifen bilden.

Natriumsulfat, Glaubersalz, Natrium sulfuricum, schwefelsaures Natrium Na_2SO_4 gewinnt man nach der ersten Phase des Leblancschen Sodaprozesses. Farblose Kristalle mit 10 Molekülen Wasser oder ein weißes Pulver. Natriumpersulfat $Na_2S_2O_8$, ein weißes

Salz, wird auf elektrolytischem Wege gewonnen. Es gibt leicht Sauerstoff ab und wird als Zusatz zu Seifenpulver benutzt. Die Verwendung für diesen Zweck ist patentamtlich geschützt.

Natriumsulfit, Natrium sulfurosum, schwefligsaures Natrium Na_2SO_3 wird hergestellt durch Einleiten von schwefliger Säure in Sodalösung und Zusatz dieser bis zur neutralen Reaktion. Farblose Kristalle oder weißes Pulver. Benutzt zur Entwicklung von schwefliger Säure.

Natriumthiosulfat, Natrium subsulfurosum, Natriumhyposulfit, unterschwefligsaures Natrium, Fixiersalz, Antichlor $Na_2S_2O_3$ erhält man durch Zusammenschmelzen von Natriumsulfit mit Schwefel. Mit fünf Molekülen Wasser bildet es große farblose Kristalle.

Benutzt in der Jodometrie zur Titration von Jod. Unter Bildung von tetrathionsaurem Natrium wird das freie Jod zu Jodnatrium gebunden.

$$\underset{\text{Jod}}{2\,J} + \underset{\text{Natrium-thiosulfat}}{2\,Na_2S_2O_3} = \underset{\text{Jod-natrium}}{2\,NaJ} + \underset{\text{Natrium-tetrathionat}}{Na_2S_4O_6}$$

Natrium biboracicum, Natriumpyroborat, Natriumtetraborat, Borax $Na_2B_4O_7$ findet sich fertig gebildet in der Natur unter dem Namen Tinkal. Hergestellt wird Borax durch Sättigen von Borsäure mit Soda. Löst man Borax in Wasser auf, so findet ein Zerfall statt in Natriummetaborat und freie Borsäure. Bei Gegenwart von freiem Alkali, z. B. in den Seifen, würde dieses zu einem borsauren Salz gebunden werden.

$$\underset{\text{Borax}}{Na_2B_4O_7} + \underset{\text{Wasser}}{3\,H_2O} = \underset{\text{Borsäure}}{2\,H_3BO_3} + \underset{\text{Natrium-metaborat}}{2\,NaBO_2}$$

Natriumperborat $Na_2B_4O_8$ ist ein weißes Pulver, welches leicht Sauerstoff abgibt. Der Zusatz zu Seifen ist patentamtlich geschützt.

Natriumchlorid, Natrium chloratum, Kochsalz, Chlornatrium NaCl findet sich als Steinsalz in Bergwerken oder wird als Kochsalz aus den Salzsolen gewonnen. Farblose, würfelförmige Kristalle oder weißes kristallinisches Pulver. Benutzt zum Aussalzen der Natronseifen und zur Herstellung der Mottledseifen.

Natriumhypochlorit, Eau de Javelle, NaClO erhält man durch Anschütteln von 10 kg Chlorkalk von 25 % Chlor mit 50 kg Wasser und Zusatz einer Lösung, bereitet aus $12\frac{1}{2}$ kg roher kalzinierter Soda in 250 kg Wasser. Nach einigen Tagen hebert man von dem Bodensatz, welcher aus Kalziumkarbonat besteht, ab.

Die Herstellung des Natriumbromids Na Br und Natriumjodids Na J entspricht der Herstellung, welche bei Kalium angegeben ist.

Nachweis: Natriumsalze erteilen der Flamme des Bunsenbrenners eine gelbe Farbe, welche die violette Kaliumflamme verdeckt. Durch ein Kobaltglas oder Indigoprima betrachtet, erkennt man die Kaliumflamme an der karmoisinroten Farbe.

Saures Kaliumpyrantimoniat erzeugt in neutraler oder schwach alkalischer Lösung einen weißen Niederschlag von saurem Natriumpyrantimoniat.

Ammonium, NH_4. Einwertiges Radikal.

Radikale sind nicht existenzfähige Verbindungen, welche man als Atomgruppen auffaßt. Das Radikal Ammonium wird abgeleitet vom fünfwertigen Stickstoff, 4 Valenzen sind an Wasserstoff gebunden, eine Valenz ist

frei, daher einwertig. Ammonium hat Metallcharakter und bildet mit Säuren Salze.

Herstellung: Bei der trockenen Destillation der Steinkohlen, d. h. bei der Leuchtgasfabrikation entweicht unter anderem auch Ammoniak. Das Gasgemisch läßt man durch mit Schwefelsäure oder Chlorwasserstoff angesäuertes Wasser streichen. Ammoniak wird gebunden zu Ammoniumsulfat bzw. Ammoniumchlorid. Durch Destillation mit Ätzkalk setzt man Ammoniak in Freiheit und fängt es dann wieder in Wasser auf. Die wäßrige Lösung reagiert alkalisch und wird Salmiakgeist genannt. Im Handel hat man eine 10 prozentige oder 25 prozentige Lösung.

Verbindungen: Ammoniumchlorid, Ammonium chloratum, Salmiak NH_4Cl. Wird hergestellt durch Neutralisation der Gaswässer mit Salzsäure und Eindampfen der Lösung bis zur Kristallisation. Weißes Pulver, welches durch Sublimation gereinigt werden kann.

Ammoniumsulfat, Ammonium sulfuricum, schwefelsaures Ammonium $(NH_4)_2SO_4$ erhält man bei der Neutralisation der Gaswässer mit Schwefelsäure. Beim Eindampfen scheidet sich das weiße Salz aus. Salmiakgeist oder Ammoniumsalze setzt man den Salmiak-Terpentinseifen zu.

Nachweis: Ammoniumverbindungen geben mit Kalilauge erhitzt Ammoniakgeruch. Bringt man einen mit Salzsäure benetzten Glasstab in die Nähe, so bilden sich weiße Nebel von Chlorammonium.

$$\underset{\text{Chlorammonium}}{NH_4Cl} + \underset{\text{Kaliumhydroxyd}}{KOH} = \underset{\text{Kaliumchlorid}}{KCl} + \underset{\text{Ammoniak}}{NH_3} + \underset{\text{Wasser}}{H_2O}$$

$$\underset{\text{Ammoniak}}{NH_3} + \underset{\text{Salzsäure}}{HCl} = \underset{\text{Chlorammonium.}}{NH_4Cl}$$

Kalzium, Ca. Atomgewicht 40. Zweiwertig.

Vorkommen: Als Flußspat $CaFl_2$, als Chlorid $CaCl_2$ im Meerwasser, als Sulfat $CaSO_4$, Gips und Alabaster, Marienglas, Mauersalpeter $Ca(NO_3)^2$, Phosphat in den Knochen $Ca_3(PO_4)^2$, Karbonat $CaCO_3$, Kreide und Marmor, Silikat $CaSiO_3$. Als saures Kalziumkarbonat gelöst in Wasser $Ca(HCO_3)^2$. Beim Kochen scheidet sich das neutrale Salz als Kesselstein aus.

$$Ca(HCO_3)^2 = CaCO_3 + H_2O + CO_2$$

saures Kalziumkarbonat — Kalziumkarbonat — Wasser — Kohlensäureanhydrid

Herstellung: Durch Elektrolyse des Kalziumchlorids.

Eigenschaften: Gelbes, glänzendes Metall.

Verbindungen: Kalziumoxyd, Ätzkalk (Kalk), Calcaria usta, gebrannter Kalk CaO wird hergestellt durch Glühen von Kreide in Kalköfen.

$$CaCO_3 = CaO + CO_2$$

Kalziumkarbonat — Kalziumoxyd — Kohlendioxyd

Mit Wasser besprengt geht Kalziumoxyd unter starker Wärmeentwicklung und Volumvergrößerung über in den gelöschten Kalk: Kalziumhydroxyd.

$$CaO + H_2O = Ca(OH)^2$$

Kalziumoxyd — Wasser — Kalziumhydroxyd

Wendet man nur wenig Wasser an, so spricht man von Kalkbrei, mit mehr Wasser von Kalkmilch. Hiervon abfiltriert, erhält man das Kalkwasser.

Kalziumchlorid, Chlorkalzium, Calcium chloratum $CaCl_2$ erhält man unter Entwicklung von Kohlendioxyd beim Übergießen von Kreide mit Salzsäure.

$$CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + H_2O + CO_2$$

Kalziumkarbonat — Salzsäure — Kalziumchlorid — Wasser — Kohlendioxyd

Eingedampft und über 200 Grad erhitzt, erhält man weiße Massen, welche begierig Feuchtigkeit anziehen. Benutzt zum Füllen von Exsikkatoren.

Als Doppelsilikat mit Kalium bildet Kalzium das schwer schmelzbare Kali- oder Crownglas, mit Natrium das gewöhnliche Fensterglas. Es wird hergestellt durch Zusammenschmelzen von Quarzsand, Ätzkalk und Soda. Linsen, Prismen, Flintglas sind Kaliumbleisilikate.

Kalziumhypochlorit, Chlorkalk $Ca(ClO)^2$. Chlorkalk enthält 25—30 % wirksames Chlor. Er wurde im Jahre 1798 von Tennant als Bleichmittel empfohlen. Er wird fabrikmäßig hergestellt, indem man Chlorgas über pulverförmigen gelöschten Kalk, d. i. Kalziumhydroxyd leitet. Das Gas erhält man entweder durch Erwärmen von Braunstein mit roher Salzsäure oder auch durch Erhitzen von Kochsalz, Braunstein und Schwefelsäure. Im Fabrikbetriebe wird meist das Chlor nach dem Deacon-Prozeß hergestellt. Nach demselben leitet man Chlorwasserstoff über Ziegelsteine. welche mit Kupfervitriollösung getränkt und auf ca. 400° C erhitzt worden sind. Chlorwasserstoff und Luft setzen sich dabei um zu Chlor und Wasser. Man leitet das Chlorgas in mit Blei ausgeschlagene Räume, in denen der gelöschte Kalk etwa 8—10 cm hoch ausgebreitet liegt. Das Chlor wird unter Bildung von unterchlorigsaurem Kalzium, auch Kalziumhypochlorit genannt, und Chlorkalzium absorbiert. Bei diesem chemischen Vorgang wird Wärme frei, und man hat dafür zu sorgen, daß die Temperatur in dem Raum 25° C nicht übersteigt. Außer Kalziumhypochlorit und Chlorkalzium enthält Chlorkalk auch noch Kalziumhydroxyd.

Reaktionen: Lösliche oxalsaure Salze geben in

ammoniakalischer Lösung einen weißen Niederschlag von Kalziumoxalat (quantitative Bestimmung).

$$CaCl_2 + \begin{matrix} COONH_4 \\ | \\ COONH_4 \end{matrix} = 2\,NH_4Cl + \begin{matrix} COO \\ | \\ COO \end{matrix}\!\!>Ca$$

Kalzium-chlorid **Ammonium-oxalat** **Chlor-ammonium** **Kalzium-oxalat**

Kalziumsalze erteilen der Flamme eine gelbrote Farbe. Mit Soda auf Kohle geglüht, erhält man ein Sulfid CaS, welches im Dunkeln leuchtet.

Schwefelsäure bewirkt nur in konzentrierten Kalziumsalzlösungen weißen Niederschlag von Kalziumsulfat. Zusatz von Alkohol befördert die Ausscheidung.

$$CaCl_2 + H_2SO_4 = CaSO_4 + 2\,HCl$$

Kalzium-chlorid **Schwefel-säure** **Kalzium-sulfat** **Salzsäure**

Lösliche Karbonate fällen weißen kohlensauren Kalk.

$$CaCl_2 + K_2CO_3 = CaCO_3 + 2\,KCl$$

Kalzium-chlorid **Kalium-karbonat** **Kalzium-karbonat** **Kalium-chlorid.**

Die Fette und Öle.

Unter Fetten und Ölen versteht man in der Hauptsache die Glyzerinester dreier organischer Säuren, und zwar der Stearin-, Palmitin- und Oleinsäure, kurz Stearin, Palmitin und Olein genannt. Diese Körper finden sich im Pflanzen- und Tierreich fertig gebildet vor. Chemisch betrachtet sind es einbasische Säuren, in welchen die H-Atome von je drei Säuregruppen ersetzt sind durch den dreiwertigen Glyzerinrest C_3H_5. Sie werden daher auch mit Tristearin, Tripalmitin und Triolein bezeichnet. Je nachdem, welche Säure vorwaltet, sind die Fette von

fester, weicher oder flüssiger Beschaffenheit. Die festen Fette enthalten überwiegend Stearin von dem Schmelzpunkt 71,5 ° C, die flüssigen Olein von dem Erstarrungspunkt —6 ° C und dazwischen liegen die weichen mit Palmitin von dem Schmelzpunkt 61—62 ° C. Die Stearinsäure $C_{17}H_{35}COOH$ und die Palmitinsäure $C_{15}H_{31}COOH$ gehören zu den gesättigten Fettsäuren. Die Oleinsäure $C_{17}H_{33}COOH$ ist eine ungesättigte. Die gesättigten Fettsäuren leiten sich von dem einfachsten Kohlenwasserstoff CH_4 ab, einem Körper, in welchem die vier Valenzen des Kohlenstoffes durch vier H-Atome abgesättigt sind. Die Oleinsäure leitet sich als ungesättigte Säure vom Äthylen C_2H_4 ab, einem Kohlenwasserstoff, welcher befähigt ist, zwei Radikale oder zwei einwertige Elemente, wie z. B. Brom und Jod, zu binden, d. h. aufzunehmen und dadurch in eine gesättigte Verbindung überzugehen.

Außer diesen drei Glyzerinestern finden sich, aber nur in geringer Menge, die der Buttersäure C_3H_7COOH, der Valeriansäure C_4H_9COOH, der Capronsäure $C_5H_{11}COOH$, der Caprylsäure $C_7H_{15}COOH$, der Caprinsäure $C_9H_{19}COOH$, der Laurinsäure $C_{11}H_{23}COOH$, der Myristinsäure $C_{13}H_{27}COOH$ und Arachinsäure $C_{19}H_{39}COOH$ (Schmelzpunkt 75 ° C).

Die Fette unterscheiden sich physikalisch von den ätherischen Ölen dadurch, daß sie nicht flüchtig sind und auf Papier einen bleibenden Fettfleck machen. Sie sind in Wasser unlöslich, spezifisch leichter als dieses und schwimmen daher auf ihm. Von Äther, Chloroform, Schwefelkohlenstoff, Benzin, Petroläther und Tetrachlorkohlenstoff werden sie leicht gelöst. Verreibt man Fett mit einer wäßrigen Gummilösung, so erhält man eine Emulsion, in welcher sich das Fett in sehr feiner Verteilung aufgeschwemmt befindet. Eine ähnliche Emulsion

erhält man durch Zusammenschütteln gleicher Teile Öl mit Kalkwasser oder auch Ammoniak.

Manche Öle, wie z. B. Leinöl, haben die Fähigkeit, der Luft ausgesetzt Sauerstoff aufzunehmen, zu erhärten und eine feste Haut, einen Firnis, zu bilden. Diese nennt man „trocknende Öle". Andere, wie z. B. Olivenöl, bilden bei langem Stehen an der Luft nur schmierige Massen. Diese nennt man „nichttrocknende Öle". Der Hauptbestandteil der nichttrocknenden Öle ist das Triolein, während Tristearin und Tripalmitin in geringerer Menge vorhanden sind. Die trocknenden Öle bestehen im wesentlichen aus den Glyceriden der Linolsäure $C_{17}H_{31}COOH$, der Linolensäure $C_{18}H_{30}O_2$ und der Rizinusölsäure $C_{17}H_{33}OCOOH$. Von der Ölsäure unterscheiden diese Säuren sich chemisch durch eine geringere Anzahl der H-Atome. Es sind ungesättigte Säuren, welche durch Sauerstoffaufnahme leicht fest werden.

Die Linolsäure ist eine zweifach ungesättigte Säure mit der Strukturformel:

$$CH_3(CH_2)_4CH : CHCH_2CH : CH(CH_2)_7COOH .$$

Die direkte Isolierung der Linolen- und Isolinolensäure ist noch nicht bewerkstelligt worden.

Die tierischen Fette kennzeichnen sich durch einen Gehalt an Cholesterin $C_{27}H_{46}O \cdot H_2O$, einem einsäurigen Alkohol. An Stelle dieses enthalten pflanzliche Fette Phytosterin $C_{26}H_{44}OH \cdot H_2O$. Beide Verbindungen stellen feste, unverseifbare Körper dar, welche sich vor allem durch ihre Kristallform und den Schmelzpunkt der Acetate unterscheiden. In Pflanzenfetten lassen sich daher animalische Fette an der Anwesenheit von Cholesterin erkennen.

Sind Fette längere Zeit der Einwirkung der Luft und des Lichtes ausgesetzt, so werden anfangs Fettsäuren

frei. Durch Sauerstoffaufnahme gehen diese in meist übelriechende oxydierte Fettsäuren über: das Fett wird ranzig. Die umfangreichen Versuche Ritserts über das Wesen der Ranzidität führten diesen zur Aufstellung der nachfolgenden Sätze:

1. Das Ranzigwerden von reinem Schweinefett wird nicht durch Bakterien, weder aerobe noch anaerobe verursacht, denn in reinem Fett sterben die zugeimpften aeroben und anaeroben Bakterien ab; das Fett behält, vor Licht und Luft geschützt aufbewahrt, vollkommen seinen Geschmack und Geruch und zeigt keine Säurezunahme.

2. Fermentwirkung ist ebenfalls nicht anzunehmen, da steriles Fett, welches mehrere Stunden auf 140° erhitzt war, eine Temperatur, bei welcher erfahrungsgemäß alle, auch die nicht organisierten Fermente zerstört werden — im geschlossenen Gefäße unter Einwirkung von Licht und Sauerstoff oder Luft ranzig wird.

3. Feuchtigkeit ist ebenfalls kein notwendiger Faktor beim Ranzigwerden der Fette, denn gerade von Feuchtigkeit befreites Fett wurde unter Lichtwirkung noch intensiver ranzig als mit Feuchtigkeit beladenes Fett.

4. Das Ranzigwerden reinen Fettes ist ein direkter Oxydationsprozeß, durch den Sauerstoff der Luft — unabhängig vom Vorhandensein von Organismen. Dieser Prozeß verläuft um so rascher, je größer die Intensität der gleichzeitigen Lichtwirkung ist.

5. Sauerstoff wird (im Gegensatz zur Kohlensäure) unter Ausschluß des Lichtes von dem Fette gar nicht aufgenommen und vermag es auch nicht ranzig zu machen.

6. Dem Licht allein fehlt bei Abwesenheit von Luft bzw. Sauerstoff das Vermögen, Fett ranzig zu machen.

7. Im Dunkeln, auch bei Luftzutritt, wurde reines Schweinefett innerhalb von zwei Monaten nicht ranzig.

Da aber aus den Versuchen mit Kohlensäure hervorgeht, daß dieselbe auf Fett einen Einfluß hat, so ist wohl anzunehmen, daß die Kohlensäure der Luft im Dunkeln ebenso auf einen Teil des Fettes einwirkt, wie die reine Kohlensäure bei den ausgeführten Versuchen, natürlich in viel schwächerem Maße.

8. Kohlensäure wird von Fett sowohl im Dunkeln, als auch im Lichte absorbiert, aber nur in relativ kleinen Mengen. Das Fett wird durch Einwirkung der Kohlensäure nicht ranzig, sondern erhält einen talgigen Geschmack.

9. Stickstoff und Wasserstoff verhalten sich im Lichte und im Dunkeln gegen Fett indifferent.

10. Schmelzbutter, also Butterfett, welches von Wasser und stickstoffhaltigen Stoffen (Kasein) befreit ist, verhält sich genau so wie reines Schweinefett.

11. Auf ranzigen Fetten vermögen aerobe und anaerobe Bakterien zu leben, aber sie können sich nicht darauf vermehren, da in den ranzigen Fetten zu viel freie Fettsäure enthalten ist (wie z. B. bei ranzigem Palmöl).

12. Für die Praxis ergibt sich als Folgerung, daß zur Verhütung des Ranzigwerdens der Fette als erste Bedingung absoluter Luftabschluß notwendig ist. Wenn dieser Anforderung genügt ist, so ist es einerlei, ob die Fette dem Licht ausgesetzt sind oder nicht.

Durch die Alkalien, alkalischen Erden, Bleioxyd, überhitzten Wasserdampf und Fermente werden die Fette gespalten in den dreisäurigen Alkohol, das Glyzerin und fettsaure Salze, d. h. Seife oder Pflaster bzw. Fettsäure. Eine Spaltung durch Bakterien ist noch nicht beobachtet, wohl aber eine solche durch Schimmelpilze. Bei der Zersetzung mit Alkalien ergibt ein Molekül Fett mit drei

Molekülen Alkali drei Moleküle Seife und ein Molekül Glyzerin. Diese Spaltung nennt man Verseifung oder Hydrolyse.

$$\begin{matrix} x\,COO\diagdown & & KOH & & & \\ x\,COO-C_3H_5 & + & KOH & = & 3\,(x\,COOK) & + & C_3H_5\,(OH)^3\,; \\ x\,COO\diagup & & KOH & & & \end{matrix}$$

1 Mol. Fett — 3 Mol. Kalium-hydroxyd — 3 Mol. Seife — 1 Mol. Glyzerin

oder

$$\begin{matrix} x\,COO\diagdown & & HOH & & & \\ x\,COO-C_3H_5 & + & HOH & = & 3\,(x\,COOH) & + & C_3H_5\,(OH)^3\,. \\ x\,COO\diagup & & HOH & & & \end{matrix}$$

1 Mol. Fett — 3 Mol. Wasser — 3 Mol. Fettsäure — 1 Mol. Glyzerin

x bedeutet ein beliebiges Radikal, z. B. $C_{17}H_{35}$.

Erhitzt man die Fette über 300 °, so wird Glyzerin frei, welches sich alsdann unter Abgabe von zwei Molekülen Wasser in Acrolein, unangenehm riechende, die Augen zu Tränen reizende Dämpfe, umwandelt.

$$\begin{matrix} CH_2OH & & CH_2 & & \\ | & & \| & & \\ CHOH & = & CH & + & 2H_2O \\ | & & | & & \\ CH_2OH & & COH & & \end{matrix}$$

Glyzerin — Acrolein — Wasser.

Die Bildung von Acrolein ist nur den Glyzerinestern eigen, nicht aber z. B. den ätherischen Ölen oder Mineralölen. Körper wie Walrat und Wachs sind zwar der Hydrolyse unterworfen, geben aber kein Glyzerin.

Die Gewinnung der tierischen Fette geschieht meist durch Ausschmelzen über freiem Feuer mit oder ohne Wasser. Um die Zellwände zu sprengen, setzt man 1 % Schwefelsäure oder Lauge zu. Bessere Fette werden, um eine Zersetzung zu vermeiden, mit Dampf ausgeschmolzen.

Die pflanzlichen Fette gewinnt man im allgemeinen durch kaltes Pressen der Samen, welche auf Quetschwalzen zu einem Mehl verrieben worden sind. Die so gewonnenen Öle sind die besten und kommen für die Seifenfabrikation nicht in Betracht. Durch Erwärmen vermittelst Dampfes auf 65—80° C und nachfolgendes Pressen erhält man geringere Sorten. Den Rückständen wird meist noch durch Schwefelkohlenstoff, welchen Ölfabriken sich durch Überleiten von Schwefeldämpfen über glühende Kohlen selbst erzeugen, der letzte Rest von Öl entzogen. Das Lösungsmittel wird dann abdestilliert und kann von neuem zur Extraktion benutzt werden. Die warm gepreßten Öle enthalten viel fermentartige Stoffe, welche eine teilweise Spaltung in Fettsäure und Glyzerin verursachen. Um diese Eiweißstoffe auszuscheiden, raffiniert man die Öle durch Behandlung mit Schwefelsäure.

Zur Beurteilung der Güte und Reinheit eines Fettes bedient man sich chemischer und physikalischer Methoden.

Zur Ermittelung des spezifischen Gewichtes flüssiger Fette benutzt man in der Technik die Senkwage, welche am besten auf die Dichte des Wassers bezogen ist.

Weiterhin wendet man zu dieser Bestimmung das Pyknometer oder die Mohrsche Wage an.

Bei festen Fetten oder Wachsen verfährt man bequemerweise derart, daß man sich durch Verdünnen von Spiritus mit Wasser Alkohole von verschiedenem spezifischen Gewicht herstellt, z. B. 0,950, 0,951, 0,952 usw., bis man durch Vermischen dieser Alkohole eine Flüssigkeit erhält, in welcher ein Tropfen des Fettes schwebt. Das spezifische Gewicht dieser Flüssigkeit entspricht der Probe.

Zur Vorprüfung auf Verfälschungen zieht man auch wohl das Refraktometer heran.

Die am meisten angewandten chemischen Methoden sind:

1. die Säurezahl,
2. die Köttsdorfersche Verseifungszahl,
3. die Esterzahl.
4. die Hehnersche Zahl,
5. die Reichert-Meißl-Zahl und
6. die von Hüblsche Jodzahl.

1. Die Säurezahl.

Die Säurezahl gibt die Menge KOH in Milligrammen ausgedrückt an, welche nötig ist, um die in einem Gramm trockenem Fett oder Öl vorhandenen freien Fettsäuren zu neutralisieren.

Zur Ausführung der Bestimmung schmelzt man auf dem Wasserbade in einer Porzellanschale etwas Fett und filtriert durch ein trockenes Filter in ein Wägegläschen. Das Fett läßt man im Exsikkator erkalten, setzt dann einen kleinen, vorn etwas verbreiterten Glasstab hinein, um mit demselben das Fett oder Öl in die Porzellanschale bringen zu können, und wiegt jetzt Wägegläschen mit Fett und Glasstab. Darauf nimmt man eine beliebige Menge Fett heraus in eine Porzellanschale von mittlerer Größe und wiegt das Wägegläschen mit dem Glasstab zurück. Der Gewichtsverlust stellt die angewandte Menge Fett dar. Das abgewogene Fett löst man mit Hilfe von neutralem Alkohol unter Zusatz von neutralem Äther und läßt, nachdem man einige Tropfen Phenolphthaleinlösung als Indikator zugefügt hat, so lange unter Umrühren $^1/_{10}$ Normal Kalilauge zufließen, bis schwache Rosafärbung eingetreten ist. Die Anzahl der verbrauchten

Kubikzentimeter $^1/_{10}$ Normal KOH multipliziert man mit 0,0056 und berechnet auf 1 g in Milligrammen, z. B:

Verbraucht 3,8 ccm $^1/_{10}$ Normal KOH
0,0056 mal 3,8 = 0,02128.

Die angewandte Substanz sei: 1,432. Es verhält sich

$$1{,}432 : 0{,}02128 = 1 : x$$

$$x = 0{,}01486 \text{ g KOH, in Milligrammen } 14{,}86.$$

Zur Berechnung auf Ölsäure (Molekulargewicht 282) multipliziert man die verbrauchten Kubikzentimeter $^1/_{10}$ Normal KOH mit 0,0282.

Die Burstyngrade geben die Anzahl der verbrauchten Kubikzentimeter $^1/_{10}$ Normal KOH für 100 g Fett oder Öl an.

Diesen sowie den folgenden Berechnungen sind die abgerundetem Atomgewichte zugrunde gelegt.

2. Die Köttsdorfersche Verseifungszahl.

Die Verseifungszahl gibt die Menge Kaliumhydroxyd in Milligrammen ausgedrückt an, welche nötig ist, um die in 1 g trockenem Fett oder Öl enthaltenen freien Säuren zu neutralisieren und die Ester zu verseifen.

Zur Ausführung der Verseifungszahl sind zwei Lösungen erforderlich: 1. eine alkoholische Kalilauge (ca. 30 g auf 1000) von bekanntem Gehalt, 2. eine Normalsalzsäure.

Zur Bestimmung wiegt man ca. 2 g Fett genau in einen Erlmeyerkolben von ca. 200 ccm Inhalt, gibt genau 25 ccm der alkoholischen Kalilauge zu und befestigt, um das Entweichen von Alkohol zu verhüten, auf dem Kolben ein langes Glasrohr. Darauf erhitzt man etwa 30 Minuten auf dem kochenden Wasserbad. Nach dem Erkalten läßt man nach Zusatz von Phenolphthalein eingestellte Salzsäure bis zur Entfärbung zufließen. Die Menge des gebundenen Kaliumhydroxyds in Milligrammen ausgedrückt, auf 1 g berechnet, ist die Verseifungszahl.

Während der Verseifung bestimmt man den Gehalt der alkoholischen Kalilauge. Zu diesem Zweck mißt man dieselbe Menge, also in diesem Falle 25 ccm, mit der Pipette ab, gibt in ein Becherglas, setzt Phenolphthalein zu und alsdann so viel Normalsalzsäure, bis durch einen Tropfen Entfärbung stattfindet.

Angenommen, die alkoholische Lauge enthalte 5,32 % KOH.

Vorgelegt 25 ccm alkoholische KOH = 1,330 KOH.
Zurücktitriert 16,4 ccm $^1/_1$ Normal
HCl = 16,4 · 0,056 . . . . = 0,9184 KOH
Gebunden = 0,4116 KOH.

Die angewandte Substanz sei 1,677. Es verhält sich daher 1,677 : 0,4116 = 1 : x. x = 0,251 oder 251 Milligramme.

Die Verseifungszahl ist 251.

Für 1 kg Fett brauchte man also zur Verseifung 251 g festes 100 % KOH.

Aus dieser Zahl läßt sich annähernd das Molekulargewicht ermitteln nach der Formel:

$$M = \frac{56000}{\text{Verseifungszahl}}.$$

Bei völlig neutralen Fetten läßt sich aus der Verseifungszahl auch die Prozentmenge Fettsäure berechnen. Bei der Verseifung mit Kalilauge tritt der Rest C_3H_5 aus, während drei K-Atome eintreten. Ersetzt man die drei K-Atome durch drei H-Atome, so würde der wirkliche Verlust C_3H_2 sein. Es verhält sich daher

$$168 : 38 = 1 : x,$$
$$3 \cdot KOH : C_3H_2$$
$$x = 0,2258.$$

Angenommen, die Verseifungszahl sei 260, dann wäre die Berechnung auf 100 g Fett $260 \cdot 0{,}02258 = 5{,}87$. Das an 100 fehlende 94,13 ist der Fettsäuregehalt in Prozenten.

Die Prozentmenge Fettsäure und Neutralfett läßt sich auch ermitteln nach der Formel:

$$\text{Verseifungszahl} : \text{Säurezahl} = 100 : x,$$
$$\text{z. B.} \quad 230{,}8 : 228{,}4 = 100 : x,$$
$$x = 98{,}06\,\%\ \text{Fettsäure und mithin}$$
$$1{,}04\,\%\ \text{Neutralfett.}$$

3. Die Esterzahl.

Die Esterzahl erhält man durch Subtraktion der Säurezahl von der Verseifungszahl.

Z. B.:	Verseifungszahl	251,00
	Säurezahl	14,86
	Esterzahl	236,14

Die Bestimmung von Säurezahl und Esterzahl kann man auch in einer Operation vornehmen.

Aus der Esterzahl läßt sich der Glyzeringehalt berechnen nach der Gleichung:

$$3 \cdot \text{KOH} : \text{Glyzerin} = \text{Esterzahl} : x$$
$$3 \cdot 56 = 168 : 92\ .$$
$$\text{Z. B.:} \quad 168 : 92 = 236{,}14 : x$$
$$x = 129{,}2$$

100 g Fett ergeben 12,92 g Glyzerin.

4. Die Hehnersche Zahl.

Die Hehnersche Zahl gibt die Menge der in Wasser unlöslichen Fettsäuren in Prozenten an.

Von dem geschmolzenen und filtrierten Fett gibt man eine genau gewogene Menge, ca. 2—3 g, in ein Becherglas

von mittlerer Größe, fügt ca. 50 ccm Alkohol dazu und etwa 1 g festes, chemisch reines KOH. Diese Menge KOH braucht nicht genau gewogen zu sein; man nehme nur nicht weniger, damit die Verseifung eine völlige ist. Man erwärmt auf dem Wasserbade so lange, bis ein Tropfen Wasser, den man hineinfallen läßt, keine Trübung mehr verursacht. Man erwärmt jetzt weiter, um den Alkohol zu verjagen, nimmt den Rückstand mit ca. 100 ccm Wasser auf und setzt, nachdem Lösung eingetreten, zwecks Ausscheidung der Fettsäuren starke Salzsäure zu. Man muß nun noch so lange auf dem kochenden Wasserbad stehen lassen, bis die Fettsäuren geschmolzen auf der Oberfläche des Wassers schwimmen und die darunter befindliche Flüssigkeit annähernd klar geworden ist. Nach dem völligen Erkalten werden die erstarrten Fettsäuren auf ein quantitatives, getrocknetes Filter, welches man zusammen mit einem Wägegläschen gewogen hat, gebracht. Danach gibt man in dasselbe Becherglas ca. 25 ccm Wasser und erwärmt schwach auf dem Drahtnetz. Das angewärmte Wasser gießt man auf die Fettsäuren, um einerseits das Chlorkalium auszuwaschen und andererseits die zurückgebliebenen Reste Fettsäuren aus dem Becherglas heraus auf das Filter zu bringen. Man wiederholt die Operation so lange, bis in dem abfließenden Filtrat durch Silbernitrat Chloride nicht mehr nachweisbar sind. Das Becherglas soll auch nicht die geringste Spur von anhaftender Fettsäure zeigen. Sollten die Fettsäuren durch das Filter hindurchgehen, so kann man eine kleine, aber genau gewogene Menge Paraffin zusetzen, welche Menge natürlich späterhin von dem Gewichte der Gesamtfettsäuren abgezogen werden muß. Die Fettsäuren, welche sich jetzt erstarrt im Grunde des Filters befinden sollen, bringt man mit dem Filter in das Wägegläschen und trocknet

bei 95° C bis zum konstanten Gewicht. Sollte durch Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft eine Gewichtszunahme stattfinden, so ist das zuletzt gefundene Gewicht einzusetzen. Die Menge Fettsäure wird auf 100 berechnet.

Z. B.: Angewandte Substanz : gefundene Menge = 100 : x
2,314 2,155
x = 93 % Fettsäuren.

Zur Bestimmung der Gesamtfettsäuren, d. h. sowohl der wasserlöslichen wie der wasserunlöslichen, verseife man ca. 0,5—1 g Fett oder Öl wie oben angegeben mit alkoholischer Kalilauge. An Stelle von Äthylalkohol nehme man aber hier den Methylalkohol oder Holzgeist. Nach dem Verdunsten des Alkohols wird der Rückstand mit ca 50 ccm Wasser aufgenommen, die Lösung unter Zusatz eines Tropfens Phenolphthalein möglichst genau mit Salzsäure neutralisiert und so viel Chlorkalziumlösung zugesetzt, als eine Fällung von Kalkseife entsteht. Ein Überschuß an Chlorkalzium ist möglichst zu vermeiden. Darauf fügt man ca. 10 g festes Kochsalz zu und bringt alles auf ein quantitatives Filter. Man wäscht mit kochsalzhaltigem Wasser so lange aus, bis das Filtrat durch Ammoniumoxalatlösung nicht mehr getrübt wird. Filter mit Niederschlag trocknet man bei 100° C. Alsdann bringt man die Kalkseife in einen geglühten und gewogenen Tiegel, verascht das Filter, durchfeuchtet den Rückstand mit einigen Tropfen Salpetersäure und glüht.

Das zurückbleibende Kalziumoxyd, verunreinigt mit Kochsalz, löst man mit Hilfe von Salzsäure, macht durch Ammoniak alkalisch und setzt Ammoniumoxalatlösung (1 : 20) im Überschuß zu. Nach etwa 12 Stunden bringt man den Niederschlag auf ein quantitatives Filter und

wäscht so lange mit destilliertem Wasser nach, bis eine Probe des abfließenden Filtrates nach dem Ansäuern mit Salpetersäure durch Silbernitratlösung nicht getrübt wird. Darauf trocknet man im Trockenschrank und verascht danach in einen zuvor ausgeglühten und gewogenen Tiegel. Nach dem Glühen unter dem Gebläse und Erkalten im Exsikkator wird gewogen. Der Rückstand, Kalziumoxyd CaO, wird auf Kalzium berechnet und das an 100 Fehlende als Fettsäure angenommen.

Zur Bestimmung der den Fettsäuren entsprechenden Menge H-Atome übergießt man den Tiegel in einem Becherglas mit einer genau gemessenen Anzahl Kubikzentimeter Normalsalzsäure (etwa 20 ccm). Man erwärmt auf dem Wasserbad und titriert nach dem Erkalten Phenolphthalein als Indikator mit Normalkalilauge zurück. Die gebundenen Kubikzentimeter Salzsäure berechnet man auf Wasserstoff und weiter prozentualiter. Diese Zahlen addiert man zu der als Fettsäure angenommenen hinzu.

5. Die Reichert-Meißl-Zahl.

Diese gibt die Anzahl Kubikzentimeter $^1/_{10}$ Normal Kalilauge an, welche erforderlich ist, um die aus 5 g Fett abdestillierten wasserlöslichen Fettsäuren zu neutralisieren.

5 g Fett oder Öl (genau gewogen) werden in einen Rundkolben von etwa 300 ccm Inhalt gebracht und mit 30 g Alkohol und 2 g festem Ätzkali auf dem Wasserbade verseift. Man muß nun so lange erwärmen, bis der Alkohol völlig verschwunden ist. Diese Operation soll in etwa 25 Minuten beendet sein. Zu der nun gebildeten Seife gibt man 100 ccm destilliertes Wasser. Die Seifenlösung muß jetzt vollständig klar sein. Zu dieser Seifenlösung gibt man 40 ccm 1 : 10 verdünnte Schwefelsäure,

setzt 3 Stückchen Bimsstein von Erbsengröße hinzu und destilliert genau 110 ccm ab. Von dem Destillat filtriert man 100 ccm ab in ein Becherglas, setzt Phenolphthaleinlösung zu und titriert mit $^1/_{10}$ Kalilauge. Die verbrauchten Kubikzentimeter multipliziert mit 1,1 geben direkt die Reichert-Meißl-Zahl an.

An Stelle von Ätzkali kann man auch nach Leffmann und Beam die Verseifung mit Hilfe von Ätznatron und Glyzerin vornehmen, eine Methode, welcher besonders der Vorzug der Schnelligkeit innewohnt. Zu diesem Zwecke stellt man sich eine Glyzerinalkalilösung durch Vermischen von 20 ccm einer Lösung von 100 g Ätznatron in 100 g Wasser in 180 ccm reinem Glyzerin her. Alsdann wiegt man 5 g Fett im Erlenmeyer-Kolben ab, setzt 20 ccm der Glyzerinalkalilösung zu und erhitzt 2—3 Minuten über freier Flamme, bis das Wasser verjagt und die Flüssigkeit klar geworden ist.

6. Die v. Hüblsche Jodzahl.

Die Hüblsche Jodzahl gibt die Prozente Jod an, welche ein Fett zu addieren vermag, und bildet daher ein Maß für den Gehalt des Fettes an ungesättigten Fettsäuren. Zu diesen gehört vor allem das in den Fetten enthaltene Triolein.

Man hat sich folgende Lösungen herzustellen:

1. 25 g Jod in 500 cm 95%igem Alkohol.
2. 30 g Quecksilberchlorid in 500 ccm Alkohol.

Die beiden Lösungen werden vereinigt und mehrere Tage im Dunkeln stehen gelassen.

3. 25 g Natriumthiosulfat gelöst zu 1000 Wasser.

Eine frisch bereitete Lösung von

4. 10 g Jodkalium in 100 g Wasser.

Die Natriumthiosulfatlösung wird auf eine Kaliumdichromatlösung eingestellt. Nach der Gleichung:

$$K_2Cr_2O_7 + 14\,HCl = 2\,CrCl_3 + 2\,KCl + 7\,H_2O + 6\,Cl$$

Kalium-dichromat	Chlor-wasserstoff	Chromi-chlorid	Kalium-chlorid	Wasser	Chlor

und

$$6\,Cl + 6\,KJ = 6\,J + 6\,KCl$$

Chlor	Kalium-jodid	Jod	Kalium-chlorid

entspricht 1 Molekül Kaliumdichromat 6 Atomen Chlor. Diese 6 Atome Chlor können 6 Atome Jod freimachen, folglich entspricht 1 Molekül Kaliumdichromat 6 Atomen Jod oder 1 Atom Jod entspricht dem 6. Teil des Molekulargewichtes von Kaliumdichromat $= \frac{295}{6}$ bei $^1/_{10}$ Lösung 4,9167.

Nach der Gleichung ferner

$$2\,J + 2\,Na_2S_2O_3 = 2\,NaJ + Na_2S_4O_6$$

Jod	Natrium-thiosulfat	Natrium-jodid	Natrium-tetrathionat

entsprechen 2 Atome Jod 2 Molekülen Natriumthiosulfat, folglich entspricht 1 Atom Jod auch 1 Molekül Natriumthiosulfat. Das Molekulargewicht von Natriumthiosulfat ist 249, so daß man zur Herstellung einer $^1/_{10}$ Lösung rund 25 g des Salzes zu 1000 Wasser löst.

Die Einstellung der Natriumthiosulfatlösung geschieht in der Weise, daß man 15 ccm Jodkaliumlösung (10 auf 250), 5 ccm Salzsäure und 50 ccm Wasser in ein Becherglas gibt und genau 10 ccm Kaliumdichromatlösung (4,9167 : 1000) zufügt. Es wird eine Braunfärbung eintreten. Man läßt nun aus einer Bürette Natriumthiosulfatlösung zufließen, bis die Flüssigkeit hellgelb geworden

ist, setzt einige Tropfen Stärkelösung zu und nunmehr vorsichtig Natriumthiosulfatlösung, bis die Blaufärbung der Jodstärke verschwunden ist. Hierzu sollen 10 ccm verbraucht werden. 1 ccm $^1/_{10}$ Natriumthiosulfatlösung entspricht dann 0,0127 Jod.

Zur Bestimmung des Titers der Jodquecksilberlösung mißt man 10 ccm ab und setzt so viel Jodkaliumlösung zu, bis der anfangs entstehende rote Niederschlag von Quecksilberjodid sich wieder auflöst.

$$HgCl_2 + 2\,KJ = HgJ_2 = 2\,KCl$$

Quecksilberchlorid	Kaliumjodid	Quecksilberjodid	Kaliumchlorid.

Man läßt jetzt Natriumthiosulfat einfließen bis zur hellgelben Farbe, fügt Stärkelösung hinzu und nunmehr so viel Natriumthiosulfat, bis durch 1 Tropfen die blaue Farbe verschwunden ist. Die Anzahl der verbrauchten Kubikzentimeter multipliziert man mit 0,0127 und berechnet weiterhin auf 100.

Z. B.: Verbraucht für 10 ccm Hüblscher Lösung 10,6 ccm $^1/_{10}$ N. $Na_2S_2O_3$. $0{,}0127 \cdot 10{,}6 = 0{,}13462$.

Sie enthält also 1,3462 % Jod.

Da der Jodgehalt sich verändert, so muß man die Bestimmung des Titers öfters wiederholen.

Zur Bestimmung der Jodzahl wendet man von festen Fetten etwa 1 g genau gewogen an, von trocknenden Ölen etwa 0,2 g, von nichttrocknenden Ölen etwa 0,4 g. Man löst in einer mit Glasstöpsel versehenen Flasche in 10 ccm Chloroform auf und setzt 50 ccm Jodquecksilberchloridlösung zu. Die Mischung muß auch nach längerem Stehen braun gefärbt sein, andernfalls muß noch Jodlösung zugesetzt werden. Man läßt jetzt 24 Stunden im Dunkeln stehen. Darauf setzt man so viel Jodkalilösung zu, bis der anfangs entstehende rote Niederschlag

sich wieder auflöst. Alsdann läßt man Natriumthiosulfatlösung zufließen, bis die Lösung hellgelb geworden ist, und titriert unter kräftigem Schütteln nach Zusatz von Stärke als Indikator bis zur Entfärbung. Die gebundene Menge Jod auf Prozente berechnet gibt die Jodzahl.

Z. B.: Vorgelegt 50 ccm Jodlösung = 0,6731 Jod.
Zurücktitriert 30,9 ccm $^1/_{10}$ N. $Na_2S_2O_3$

0,0127 · 30.9	=	0,39243 Jod
Gebunden	=	0,28067 Jod
Angewandte Substanz		0,174

$$0{,}174 : 0{,}28067 = 100 : x$$
$$x = 161{,}3.$$

Die Hüblsche Jodzahl ist 161,3. —

Der qualitative Nachweis von bestimmten Fetten und Ölen ist bisweilen besonders in Gemischen schwer zu erbringen. Die Ausführung der vorstehend angegebenen Zahlen geben die ersten Anhaltspunkte. Die folgenden **Reaktionen** dienen zur weiteren Erkennung. Das zu untersuchende Öl wird stets zuvor filtriert. Feste Fette werden auf dem Wasserbade nur eben geschmolzen, filtriert und erwärmt zur Anstellung der Reaktion verwandt.

1. Die Elaidinreaktion.

Diese Reaktion beruht auf der Überführung des flüssigen Trioleins durch Oxydation mit rauchender Salpetersäure in das isomere feste Trielaidin. Sie dient vor allem als Identitätsreaktion auf Olivenöl und weiterhin zum Erkennen von nichttrocknenden Ölen. Die Anwesenheit trocknender Öle bedingt, daß das Öl weich bleibt und beim Umrühren unverändertes Öl abscheidet. Zur Ausführung übergießt man ca. 5 ccm des Öles mit 5 ccm Salpetersäure von 1,185 spez. Gewicht, setzt ca. 1 g

Kupferdraht hinzu und läßt nach tüchtigem Schütteln bei ca. 10° C etwa 12 Stunden ruhig stehen. Reines Olivenöl bildet nach 8—12 Stunden eine krümliche gelblichweiße Masse. Bei Gegenwart von Sesamöl ist das Öl rötlich gefärbt. An Stelle von Kupferdraht kann man auch 1 Tropfen Quecksilber zusetzen.

2. Die Salpetersäurereaktion.

5 ccm Öl werden mit der gleichen Menge Salpetersäure von 1,4 spez. Gewicht kräftig geschüttelt. Die Gegenwart von Olivenöl gibt sich durch die hellgrünliche Farbe des Gemisches zu erkennen. Bei Anwesenheit von Sesamöl tritt eine rote, bei der von Baumwollsamenöl eine bräunliche, bei der von Rüböl, Arachisöl und Rizinusöl eine bräunlichgelbe bis blaßrote Färbung ein.

3. Die Becchireaktion.

Man löse 1 g Silbernitrat in 40 g Äther und 200 g Alkohol auf. Mit Hilfe von 2 Tropfen Salpetersäure soll die Lösung schwach angesäuert werden. 150 ccm dieser Lösung gibt man in ein kleines Kölbchen, dazu ca 10 ccm Fett, setzt ein Steigerohr auf und erwärmt eine Viertelstunde auf dem Wasserbad. Bei Gegenwart von Baumwollsamenöl tritt eine Schwarzfärbung ein.

Diese Reaktion gibt aber nur frisches Cottonöl. Altes oder gekochtes Öl bleibt unverändert.

4. Die Welmannsche Reaktion.

2 ccm Phosphormolybdänsäure setzt man zu einer Lösung von 1 g Fett in ca. 5 ccm Chloroform. Bei Gegenwart von Cottonöl zeigt die Mischung nach kräftigem Umschütteln eine grüne Farbe. Bei ruhigem Stehen

erhält man 2 Schichten, von denen die untere wasserhell, die obere grün gefärbt ist. Auf Zusatz von Ammoniak wird diese blau.

5. Die Reaktion von Labiche.

50 g essigsaures Blei löst man in 500 g Wasser, setzt etwa 10 Tropfen Ammoniak zu und rührt zwecks gleichmäßiger Verteilung das Bleihydroxyd gut um. Mischt man nun 25 ccm Fett mit 25 ccm obiger Mischung und erwärmt auf ca. 35 °C, so färbt sich die Masse bei Gegenwart von Cottonöl nach wenigen Minuten orangerot. Erhitztes Cottonöl gibt diese Reaktion nicht.

6. Die Halphensche Reaktion.

Zur Ausführung benötigt man eine Lösung von 1 g Schwefel in 100 ccm Schwefelkohlenstoff. Man löst alsdann ca. 5 ccm Fett in der gleichen Menge Amylalkohol auf und gibt 5 ccm Schwefellösung hinzu, setzt auf das Reagensglas ein Steigerohr und erhitzt etwa eine Viertelstunde auf dem kochenden Wasserbade. Bei Gegenwart von Cottonöl färbt sich die Mischung orangerot.

7. Die Soltsiensche Reaktion.

Mischt man 10 ccm Öl mit 5 ccm Zinnchlorürlösung (dem sog. Bettendorfschen Reagens) und erwärmt etwa 2 Minuten auf dem kochenden Wasserbad, so färbt sich die Zinnchlorürlösung bei Anwesenheit von Sesamöl rosa bis violett. Olivenöl gibt eine zitronengelbe Farbe.

8. Die Baudouinsche Reaktion.

Ein Teil farbloses Furfurol löst man in 100 Teilen absoluten Alkohols. Etwa 5 ccm Fett oder Öl werden alsdann mit 10 ccm rauchender Salzsäure übergossen und

ca. 3 Tropfen der Furfurollösung zugesetzt. Nach kräftigem Schütteln tritt eine Rotfärbung der Salzsäure ein. Die Abwesenheit anderer Farbstoffe vorausgesetzt, beweist die Rotfärbung die Gegenwart von Sesamöl.

Hat man Furfurol nicht gleich zur Hand, so schüttle man ca. 10 ccm Öl mit 20 ccm rauchender Salzsäure und einem Körnchen Rohrzucker kräftig um. Bei Anwesenheit von Sesamöl tritt die Rotfärbung innerhalb von 2 Minuten ein.

9. Die Ganttersche Schwefelsäureprobe.

Etwa 1 ccm Fett löst man in ca. 10 ccm Petroläther auf und läßt einen Tropfen konzentrierte Schwefelsäure hineinfallen und schüttelt sofort kräftig um. Schweineschmalz (auch Butterfett) gibt eine strohgelbe bis rotgelbe Färbung. Die Anwesenheit von Erdnußöl, Baumwollsamenöl usw. bewirkt eine dunkelbraunrote Farbe.

10. Die Prüfung auf vegetabilische Fette nach Salkowski.

Dieselbe geschieht durch den Nachweis von Phytosterin. Man verseift etwa 10 g Fett oder Öl mit ca. 5 g festem Ätzkali mit Hilfe von verdünntem Alkohol. Auf völlige Verseifung ist Wert zu legen. Darauf löst man die Seife in 500 g Wasser und schüttelt mit ca. 500 ccm Äther aus.

Nachdem man die wäßrige Flüssigkeit abgelassen hat, setzt man noch 3—5 mal die gleiche Menge Wasser zu, um den Äther auszuwaschen. Nunmehr destilliert man die Hauptmenge Äther ab und verdunstet den Rest in einer Glasschale. Zum Umkristallisieren löst man nochmals in heißem Alkohol, verjagt denselben bis auf wenige Kubikzentimeter und läßt dann ruhig erkalten.

Die erhaltenen Kristalle trocknet man auf einem Tonteller und bestimmt den Schmelzpunkt. Derselbe liegt von Cholesterin bei 146° C, von Phytosterin bei 132—134° C. Unter dem Mikroskop erkennt man Cholesterin auch an den rhombischen Tafeln, Phytosterin an den büschelförmigen Nadeln.

Zur weiteren Erkennung von Phytosterin in Gemischen führt man nach Bömer die Alkohole in ihre Essigester über. Zu diesem Behufe erhitzt man das erhaltene Rohcholesterin bzw. Phytosterin mit 2—3 ccm Essigsäureanhydrid auf dem Drahtnetz etwa 1/4 Minute und verjagt den Überschuß an Essigsäureanhydrid durch Erwärmen auf dem Wasserbade. Dem Rückstand setzt man so viel absoluten Alkohol zu, als zur Lösung des Esters erforderlich ist, darauf noch einige Kubikzentimeter Alkohol und überläßt bei Zimmertemperatur der Kristallisation. Man filtriert ab und spült den im Schälchen verbleibenden Rückstand mit Hilfe von Alkohol auf das Filter. Nach dem Abtropfen bringt man den Inhalt des Filters wieder in das Schälchen zurück, löst wie oben in Alkohol und läßt abermals auskristallisieren. Diese Operation des Umkristallisierens wird nochmals wiederholt. Der Schmelzpunkt soll (korrigiert) bei 116° liegen. Schmilzt der Ester aber erst bei 117° oder noch höher, so ist der Nachweis von Pflanzenfett als erbracht anzusehen.

11. Die Prüfung auf schwefelhaltige Öle.

Zu diesen gehören die Kruziferenöle. Zum Nachweis derselben verseift man eine beliebige Menge mit Kalilauge und setzt einer Probe der in Wasser gelösten Seife im Reagensglas einige Tropfen Bleiessig zu. Bei Anwesenheit schwefelhaltiger Öle tritt infolge der Bildung von Schwefelblei Schwarzfärbung ein.

12. Der Nachweis von Arachisöl.

Aus etwa 10 g Öl werden gemäß der „Hehnerschen Zahl“ die Fettsäuren ausgeschieden. Man löst dieselben darauf in wenig siedendem Alkohol und läßt die Fettsäuren auskristallisieren. Äußerlich kennzeichnen sich die Kristalle durch ihren Perlmutterglanz. Der Schmelzpunkt liegt bei 71—72° C.

Beim Einkauf von Fetten und Ölen sehe der Käufer darauf, daß das Fett, wenn er mit Ätzalkalien verseifen will, eine möglichst hohe Esterzahl hat, da nur der Ester eine Ausbeute an Glyzerin ergibt. Er lasse sich nicht durch eine hohe Verseifungszahl bestechen. Beim Einkauf von Fettsäuren zum Zweck der Herstellung von Seife mit Soda bzw. Pottasche sehe der Käufer auf eine hohe Säurezahl bzw. auf die Prozente Fettsäure, da der Verkauf des Glyzerins, vom Ester herrührend, sich in diesem Falle nicht lohnt. —

Man teilt die Fette ein in

1. tierische und
2. pflanzliche Fette, diese in
   a) trocknende und
   b) nichttrocknende Öle.

Die bei uns gebräuchlichen Fette und Öle seien nachfolgend beschrieben. Die chemischen und physikalischen Konstanten sind in einer Tabelle zusammengestellt.

1. Tierische Fette und Öle.

Talg.

Unter Talg oder Unschlitt versteht man das in der Bauchhöhle befindliche Fett der Rinder, Hammel, Schafe, Ziegen, Ochsen und Kühe. Zur Seifenfabrikation wird hauptsächlich Rindertalg verwandt, da derselbe weniger leicht ranzig wird.

Der aus den Schlachthäusern kommende Talg wird sortiert in Rohkern und Rohausschnitt. Rohkern nennt man die großen ausgesuchten Stücke, während Rohausschnitt der mit Blut und Hautfetzen durchsetzte Talg ist. Talg von ungesunden Tieren wird schon im Schlachthaus mit Petroleum denaturiert. Preßt man den Rohtalg aus, so erhält man das sog. Talgöl, welches als Schmiermittel Verwendung findet. Der Rohtalg wird nach sorgfältigem Waschen mit Wasser durch eine Hackmaschine zu einem Brei zerkleinert. Dieser Brei kommt in hölzerne Bottiche, welche ca. 0,3 m hoch und mit Wasser gefüllt sind. Durch Einleiten von Dampf scheidet sich auf der Oberfläche des Wassers das „Premier Jus" ab, während Hautteile, Muskelfasern usw. sich zu Boden senken. Hier soll die Temperatur nicht über 60° hinausgehen. Durch Abkühlenlassen auf 35° und Abpressen erhält man das flüssige „Oleo-Margarin" und den „Prima Preßtalg". Der im Faß verbleibenden Masse setzt man 1 % Schwefelsäure zu und schmilzt noch Talg bei höherer Temperatur aus. Das so gewonnene Produkt ist der für die Toiletteseife benutzte „Toilettetalg". Der Rückstand, die Grieben, liefern durch Auspressen den „Seifentalg". Die Griebenkuchen werden als Viehfutter verwendet.

Die bei der Fabrikation sich entwickelnden Gase werden unter den Rost des Dampfkessels geleitet und verbrannt. Talg ist weiß und fest und besteht zu 75 % aus Stearin und Palmitin und 25 % Olein. Die Härte und Farbe des Talges hängt von der Fütterungsweise und dem Alter der Tiere ab. Importiert wird Rindertalg aus Rußland und Amerika, Hammeltalg aus Australien. Die Güte des Talges richtet sich nach dem Erstarrungspunkt der Fettsäuren, dem „Talgtiter". Derselbe soll zwischen 43—45° C liegen. Zur Ausführung der Bestimmung

verseift man Talg mit reinem Ätzkali, scheidet durch verdünnte Schwefelsäure die Fettsäuren aus, filtriert ab und entfernt durch sorgfältiges Auswaschen die letzten Spuren der Säure. Man trocknet bei 98° C und bringt in ein Reagensglas, in welches man ein Thermometer eingesetzt hat. Das Reagensglas soll etwa zur Hälfte gefüllt sein. Die Fettsäuren werden vorsichtig geschmolzen und wieder erkalten gelassen. Währenddem rührt man die Masse, ohne die Gefäßwände zu berühren, ruhig um. Die Temperatur fällt und steigt dann einige Zehntel Grade, auf welchem höchsten Punkt sie kurze Zeit stehen bleibt. Die dann abgelesene Temperatur ist der Talgtiter.

Talg verseift sich mit schwachen und auch starken Laugen, mit letzteren besonders leicht, wenn man 5—10 % Kokosöl oder Palmkernöl mit zur Verseifung benutzt. Auf 100 kg Ansatz rechnet man 155 kg Ausbeute an fester Kernseife und bis 165 kg an geschliffener. Talgseife ist sehr fest und hart.

Schweineschmalz.

Beim Schwein unterscheidet man zwei Fettsorten: 1. den Speck, der sich unter der ganzen Haut befindet, und 2. die Liesen, auch Schmer genannt, welche sich in der Bauchhöhle befinden. Das Schmer ist fester als der Speck und es liegen in jenem die Nieren eingebettet. Die Gewinnung geschieht durch Waschen und Ausschmelzen mit Wasser oder Wasserdampf. Es besteht zu etwa 60 % aus Olein, 40 % Stearin und Palmitin, und 0,25 % unverseifbarer Substanz. Es ist von weißer Farbe, weicher Beschaffenheit und eigenartigem Geruch. Schweinefett wird leicht ranzig. Ein geringer Zusatz von Benzoeharz bewirkt eine längere Haltbarkeit. In Frankreich wird es zur Darstellung der Grundseife für pilierte Seifen benutzt.

Die Ausbeute ist nur wenig höher als beim Talg. Durch kaltes Pressen des Schweinefettes erhält man das Schmalzöl.

Das amerikanische Schmalz ist oft ein Gemisch von Rindertalg mit Baumwollsamenöl und noch allem möglichen Fettabfall.

Pferde- oder Kammfett.

Durch Ausschmelzen der Hälse verendeter oder geschlachteter Pferde mit Wasser oder Wasserdampf erhält man das Pferdefett. Es ist wenig fester als Schmalz und von schwach gelblicher Farbe. Es verseift sich am besten mit Lauge von ca. 20°. Die Ausbeute an Seife kommt der des Talges nahe.

Knochenfett.

Knochenfett wird gewonnen aus den Röhrenknochen der Pferde, Ochsen usw. Dieselben werden nach dem Zerkleinern entweder direkt mit Wasser ausgekocht oder mit Wasserdämpfen unter Zusatz von 1 % Salzsäure behandelt. Werden gute friche Knochen mit Wasser ausgekocht, so erhält man ein Fett von schwachem Geruch, welches in Farbe und Konsistenz dem Schweineschmalz ähnelt. Die Ausbeute an Fett beträgt aber nur 5 %, da die Behandlung mit Wasser einen Verlust an Leim von 3 % bedingt. Extrahiert man die Knochen mit Benzin, so erhöht sich die Ausbeute bis zu 7½ %, und der Leimverlust wird vermieden. Das so erhaltene Fett ist meist von dunkelbrauner Farbe. Gute Knochenfette sollen beim Verkohlen nicht mehr als 1 % Asche hinterlassen. An Stelle von Benzin wendet man heute vielfach Tetrachlorkohlenstoff an. Derart gewonnenes Knochenfett steht höher im Preise, da diesem der sonst wahrnehmbare unangenehme Geruch fehlt.

Knochenfett geht schnell in Verband. Es gehört zu den raschbindenden Fettstoffen.

Butterfett.

Butterfett findet sich in emulsionsartiger, d. h. fein verteilter Form in der Milch der Säugetiere. In der Kuhmilch beträgt die Menge 3—4 %. Bei ruhigem Stehen der Milch sammelt sich das Fett zum Teil an der Oberfläche an und bildet abgeschöpft die Sahne oder den Rahm. Die weiteren Bestandteile der Milch sind Milchzucker, Kasein, Salze und Wasser. Der Gehalt an Milchzucker und Kasein schwankt ebenfalls zwischen 3 bis 4 %, die Mineralstoffe betragen annähernd 0,5 %, während der Rest Wasser ist. Die Entrahmung erfolgt meist durch Zentrifugen, die Abscheidung des Butterfettes durch Buttermaschinen. Der Butterungsvorgang besteht darin, daß sich an der Oberfläche Butterkügelchen von der Größe eines Stecknadelkopfes abscheiden. Die abfließende Flüssigkeit nennt man Buttermilch. Die weitere Verarbeitung erfolgt in Butterknetmaschinen. Das so gewonnene Butterfett, dessen Ausbeute sich natürlich nach der Menge des in der Milch enthaltenen Butterfettes richtet, wird ungesalzen oder, mit 2—3 % Chlornatrium versetzt, gesalzen als Butter in den Handel gebracht. Sie stellt eine weißliche oder blaßgelbliche streichbare Masse dar von angenehmem Geruch und Geschmack. Die durchschnittliche prozentuale Zusammensetzung ist:

	ungesalzen	gesalzen
Wasser	11,5—12 %	11,5—12 %
Fett	85 „	84—85 „
Kasein	0,4—0,5 „	0,3—0,5 „
Milchzucker	0,4—0,5 „	0,4—0,5 „
Salze	0,3 „	2,5—3,0 „

Die Bestandteile des Butterfettes sind zu $^{9}/_{10}$ die Glyceride der Olein-, Palmitin- und Stearinsäure, zu $^{1}/_{10}$ die der Buttersäure, Capron-, Capryl-, Caprinsäure, Laurin-, Myristin- und Arachinsäure. Die Hüblsche Jodzahl liegt zwischen 26—35. Zur Prüfung auf Reinheit wendet man die Bestimmung der Reichert-Meißl-Zahl mit der Modifikation von Leffmann und Beam an. Da auch alte, ranzige Butter heute wieder zu Genußzwecken hergerichtet wird, ist eine Verwendung in der Seifenfabrikation ausgeschlossen.

Unter dem Namen Margarine ist ein Präparat als Ersatz für Butter im Handel. Das Vorurteil, welches man in früheren Jahren dieser Kunstbutter entgegenbrachte, ist kaum noch vorhanden. Zur Herstellung werden 60 kg Oleomargarine mit etwa 50 kg Kuhmilch verbuttert, gesalzen und gefärbt. Ein Zusatz von Sesamöl ist gesetzlich vorgeschrieben. In gleicher Weise muß beim Vertrieb bestimmten gesetzlichen Vorschriften in bezug auf Verpackung genügt werden.

Wollfett.

Die Wolle des Schafes enthält neben Schmutz und Kalisalzen eine fettige Substanz, welche kurz Wollfett genannt wird. Das Wollfett soll schon im Altertum bekannt gewesen sein. Beim Waschen der Wolle mit Seife gehen die angeführten Bestandteile in die Waschwässer über. In den sechziger Jahren wurden diese Waschwässer entweder für sich zur Trockne eingedampft oder durch Zusatz von Ätzkalk gefällt. Der bei der Fällung mit Ätzkalk sich ergebende Niederschlag, Suinter genannt, mußte vor der weiteren Verarbeitung ebenfalls getrocknet werden. Durch Erhitzen der getrockneten Massen in geschlossenen Retorten erhielt man das

Wollfettgas, welches, durch Gasreiniger zuvor von Ammoniak befreit, zu Beleuchtungszwecken Verwendung fand. Der kohlige Rückstand ergab durch Auslaugen mit Wasser Pottasche, schwefelsaures Kalium und Chlorkalium. Ein Vließ von 4 kg Schwere liefert 600 g Wollschweiß, woraus ca. 175—200 g Pottasche gewonnen wurden. Die Verarbeitung des Suinters auf Blutlaugensalz war eine nicht sehr ausgedehnte.

Später ging man darauf hinaus, sowohl die Fettsäuren der Seife als auch das Wollfett selbst zu gewinnen. Zu diesem Behufe setzte man den Waschwässern Schwefelsäure zu und preßte das Wollfett von den Säuren ab. Das Fett selbst wurde mit Hilfe von überchromsaurem Kali, Schwefelsäure und chlorsaurem Kali gebleicht. Im Jahre 1876 schlug O. Braun vor, die Wolle durch Äther zu entfetten. Das erhaltene Rohlanolin soll nach der Patentschrift so lange mit Wasser geknetet werden, bis das Waschwasser klar abfließt. Durch Erwärmen des Rohfettes bewirkt man eine Trennung des Fettes von dem darunter gearbeiteten Wasser. Knetet man das gereinigte Fett längere Zeit mit so viel Wasser, daß ca. 25 % aufgenommen werden, so erhält man eine vollkommen neutrale, weiße, geruchlose Salbe. Sie trägt den Namen „Lanolin". Das Patent ist für den Preis von 10 000 Mk. an Professor Liebreich übergegangen, während die Fabrikation die Firma Benno Jaffé & Darmstädter aufnahm.

Unterwirft man das Wollfett der Destillation mit überhitztem Wasserdampf, so erhält man durch Abpressen des Destillates das Wollfettolein, während Wollfettstearin oder Wollfettwachs in der Presse zurückbleibt.

Chemisch besteht Wollfett aus den verschiedenartigsten Körpern. Schon früh wurde die Anwesenheit von Cholesterin $C_{27}H_{45}OH \cdot H_2O$ und Isocholesterin $C_{26}H_{43}OH \cdot H_2O$,

einem einatomigen Alkohol, festgestellt. Außerdem enthält Wollfett noch Cerylalkohol, Cerotinsäurecholesterinester, Lanocerinsäure, Lanopalminsäure, Myristinsäure und Karnaubasäure. Physikalisch besteht Wollfett aus 85—90 % Weichfett und 10—15 % festen wachsartigen Stoffen. Das Rohwollfett stellt eine bräunliche, klebrige Masse dar, welche die Fähigkeit besitzt, eine große Menge Wasser aufzunehmen. Lanolin dient als Salbengrundlage und als Überfettungsmittel für Seifen. Mit dem Zusatz darf man aber nicht über 10 % hinausgehen. Bei den kaltgerührten Seifen setzt man das geschmolzene Lanolin kurz vor dem Ausgießen in die Form zu.

Im Handel unterscheidet man:

1. Roh-Wollfett von heller bis dunkler Farbe und wechselnder Konsistenz,
2. Neutral-Wollfett, hellbraun,
3. Adeps Lanae anhydricum, je nach der Aufnahmefähigkeit von Wasser,
4. Wollfett-Stearin, wachsgelb und knetbar oder grau und klebrig und leberbraun und bröckelnd,
5. Wollfett-Pech,
6. Wollfett-Olein mit ca. 55 % Verseifbarem von heller bis dunkler Farbe,
7. Wollfett-Fettsäure mit ca. 60 % Verseifbarem.

Tran.

Unter Tran versteht man das fette Öl, welches aus der Leber des Dorsches und aus dem Speck von Seesäugetieren, wie Haifischen, Robben, Delphinen, Walfischen, gewonnen wird. Im Handel unterscheidet man folgende Sorten:

1. Dorschtran, hellgelb bis braun,
2. Dampfmedizintran,
3. Rohmedizintran,

4. Grönländer Robbentran,
5. Neufundlandrobbentran,
6. Sardinentran,
7. Japanischen Fischtran,
8. Rohen Waltran,
9. Raffinierten Waltran,
10. Walfett (Stearin).

Die Gewinnung der feinsten und hellsten Trane ist derart, daß man die Leber nur gesunder Tiere sorgfältig mit Wasser abspült, alsdann zerquetscht und mit Dampf ausschmelzt. Dunklere Sorte ergibt das Auspressen der Leber bei gleichzeitiger Erwärmung. Die dunkelsten Trane gewinnt man aus den in Zersetzung begriffenen Lebern. Man packt dieselben in große Bottiche, in welchen sie in Fäulnis übergehen. Dabei werden die Zellwände gesprengt und der Tran tritt aus. Zur Gewinnung des Öles aus den letzten Anteilen werden die Rückstände hiervon ausgekocht. Die dann verbleibenden Reste, welche zum Düngen Verwendung finden, werden Krakse genannt. 3—400 Dorsche geben durchschnitttlich 1 hl Tran. Jedoch schwankt die Ausbeute beträchtlich. So ergaben z. B. im Jahre 1904 erst ca. 900 Fische das gleiche Quantum. 100 Dorsche wiegen ca. 250—300 kg, im Jahre 1904 dagegen kamen nur 180—190 kg auf die gleiche Zahl. Die Lebern geben eine Ausbeute bis zu 55 % Öl.

Durch Ausschmelzen des Speckes obengenannter Seesäugetiere erhält man den gewöhnlichen Tran oder Fischtran.

Vor der Verwendung läßt man alle Sorten in Zisternen ablagern.

Lebertran ist je nach der Bereitungsweise von hellgelber bis brauner Farbe. Er besteht zu etwa 70 % aus Triolein, etwa 25 % Tripalmitin neben wenig Stearin und Cholesterin. Außerdem enthält er in sehr geringen

Mengen Jod, Brom, Phosphor organisch gebunden. Die Trane gehören zu den trocknenden, fetten Ölen. Den unangenehmen Geruch kann man bei der Verarbeitung auf Schmierseife durch Zusatz von Harz mildern. Die zur Seifenfabrikation benutzten Trane enthalten meist viel freie Fettsäuren; die Verseifung wird dadurch rasch eingeleitet und geht alsdann glatt vonstatten.

Durch Auskochen einer Art von Sardinen in großen Kesseln unter Zusatz von Wasser gewinnt man an der Küste von Japan das japanische Fischöl. Das auf der Oberfläche des Wassers sich ansammelnde Öl wird abgeschöpft. Bei Mangel an Zeit überläßt man wohl auch die Fische der Fäulnis. Das Öl tritt dann bei dem späteren Pressen leichter aus. Das auf die eine oder andere Weise gewonnene Öl ist von dunkelbrauner Farbe und unangenehmem Geruch. Die Reinigung, welche erst in Jokohama vorgenommen wird, ist derart, daß man das Öl auf 60—70° C erwärmt und langsam abkühlen läßt. Dabei trennt sich das Öl in drei Schichten, von denen die obere flüssig und die mittlere fest ist, während die untere die Eiweißstoffe und sonstige Unreinlichkeiten enthält. Sowohl der flüssige wie auch der festere, talgartige Teil werden durch Filtration geklärt und durch Behandlung mit schwachen Laugen von Fettsäuren befreit.

Durch längeres Lagern in Zisternen treten besonders bei niederer Temperatur bei manchen Fischölen Ausscheidungen ein, welche eine mehr talgartige Beschaffenheit haben. So gewinnt man z. B. bei der Raffinierung von Walöl durch Abpressen den Walfischtalg. Derselbe hat einen Schmelzpunkt von etwa 35° C und ist von heller bis brauner Farbe. Um bei der Verwendung zu Seifen den Fischgeruch zu überdecken, werden Zusätze von Mirbanöl, Safrol, Terpentinöl u. dgl. gemacht.

2. Pflanzliche Fette und Öle.

A. Trocknende Öle.

Leinöl.

Unter Leinöl versteht man das aus den Samen von Linum usitatissimum, der Leinpflanze, gewonnene Öl. Die Pflanze gehört nach Linné zu den Linazeen und ist aus dem Orient zu uns gekommen. Sie wird heute allenthalben kultiviert. Das Öl ist in den Samen bis zu 40% enthalten, welches entweder durch kaltes oder warmes Pressen oder durch Extraktion mit Schwefelkohlenstoff, Benzin oder Tetrachlorkohlenstoff gewonnen wird. Die kalt und noch mehr die bei 80° C geschlagenen Leinöle scheiden nach längerem Stehen Schleimstoffe ab. Es rührt dies daher, daß man das Rohöl in großen Zisternen einer Klärung überläßt. Trotzdem wird das Öl nochmals filtriert und der im Filterbeutel zurückbleibende Schlamm zur späteren Pressung mit verwandt. Dabei lösen sich teilweise die Schleimstoffe im Öl auf und geben Veranlassung zu dem späteren Bodensatz.

Die Samenrückstände bilden die Leinkuchen. Dieselben waren früher offizinell als „Placenta seminis lini" und wurden viel zu Umschlägen verwandt. Heute ist die Hauptverwendung, da die Leinkuchen, wie überhaupt die Samenrückstände, außerordentlich reich an Eiweißstoffen sind, als Futter besonders für Milchkühe.

Leinöl ist von gelber bis dunkelbrauner Farbe und eigenartigem Geruch. Es wird zur Herstellung von Schmierseifen benutzt, und, wegen seiner hervorragenden Eigenschaft einzutrocknen, zur Firnisfabrikation. Es dient ferner zur Bereitung von Linoleum, künstlichem Kautschuk, Kitt, Malerfarben, Buchdruckerschwärze und dergleichen.

Chemisch besteht Leinöl zu etwa 10—15 % aus den Glyceriden der Olein-, Palmitin-, Stearin- und Myristicinsäure. Der Rest, also 90—85 %, ist das Glyzerid der Leinölsäure. Die Konstitution dieser Säure ist noch nicht genau erforscht. Nach Bauer, Hazura und Grüßner soll sie zu etwa 15 % aus Linolsäure und zu etwa 80 % aus Linolen- und Isolinolensäure bestehen; nach Reformatzki dagegen soll der Hauptbestandteil Linolsäure sein.

Die Erstarrungsfähigkeit des Leinöles liegt zwischen —20° bis —30° C. Es ist optisch so gut wie inaktiv, nur selten beobachtet man eine schwache Linksdrehung. Der Gehalt an unverseifbaren Bestandteilen schwankt zwischen 1—1,25 %.

Zur Herstellung von hellen Schmierseifen pflegt man das Leinöl zu bleichen. Man verfährt dabei in der Weise, daß man das Öl auf ca. 50° C erwärmt und 6—10 % Kalilauge von 30° Beaumé, welche man mit 20 % Pottasche zurückgestellt hat, zugibt und etwa 2 Stunden lang tüchtig krükt. Man überläßt die Masse etwa 24 Stunden der Ruhe und zieht vorsichtig vom Bodensatz ab. Den Satz benutzt man für dunkle Seifen. Verwendet man rein kaustische Laugen, so tritt leicht die Bildung von Flocken ein, welche sich nur schwer absetzen.

Es kommt bisweilen vor, daß das Öl beim Erhitzen auf 270—300° C „bricht", d. h. es beginnen Schleimstoffe sich auszuscheiden, welche ein algenartiges Aussehen haben. In diesem Falle muß man, um zu verhüten, daß das Öl sich dunkel färbt, mit dem Erhitzen aufhören. Man läßt das Öl dann durch Absetzen sich klären und kann es hierauf weiter behandeln. Ein sehr gutes Mittel, um das Leinöl wie auch alle anderen Öle sowohl von den Schleimstoffen zu befreien, als auch zu bleichen, ist die Behandlung mit Bleicherde. Zu diesem Zwecke mischt

man ca. 5—10 % Bleicherde, auch Fullererde genannt, welche im wesentlichen aus Aluminium-Magnesium-Hydrosilikat besteht, dem Öle zu, erwärmt auf 70—120 °C und gibt es dann in eine Filterpresse. Eine Abscheidung der Schleimstoffe aus Leinöl wie überhaupt aus Pflanzen- und Fischölen erreicht man auch durch Abkühlen der Öle auf Temperaturen unter 0 ° C, ein Verfahren, welches auch angewandt wird, um aus nichttrocknenden Ölen die Glyzerinester der Stearin- und Palmitinsäure auszuscheiden. Durch diese Behandlung werden diese Öle als Ersatzmittel für trocknende Öle brauchbar gemacht.

Bei der ausgedehnten Verwendung des Leinöles hat man sich auch nach Ersatzmitteln umgesehen, aber alle solche Surrogate müssen, um das spezifische Gewicht des Leinöles zu erreichen, einen Zusatz von Harz haben, der natürlich in vielen Fällen eine Benutzung ausschließt.

Unter „Dicköl“ oder „Standöl“ versteht man eingedicktes Leinöl.

Holzöl.

Die Nüsse des in China einheimischen Holzölbaumes, Aleurites cordata, liefern das Holz- oder Tungöl.

Um das Öl aus den Nüssen zu gewinnen, bedienen sich die Chinesen, wie seit Jahrhunderten üblich, zum Zermahlen großer Granitsteine, die von Ponys gezogen werden. In einigen Gegenden werden die Nüsse zuvor angeröstet, wodurch die äußere Hülle aufplatzt und die Entfernung derselben erleichtert wird. Auch die Ölausbeute soll eine reichlichere sein, ergibt aber das im Handel minderwertige dunkelfarbige Öl. In anderen Provinzen werden die Nüsse vor dem Pressen gedämpft, und man erhält ein im Preise höherstehendes hellfarbiges Öl. Die äußerst primitive Art der Ölgewinnung hat zur

Folge, daß dem Öl sehr viel Schmutz anhaftet. Um eine verkaufsfähige Ware zu erzielen, wird das Öl in große Behälter von 30—50 Tonnen Inhalt gefüllt, welche mit Dampfschlangen versehen sind, um das Öl besonders während der kalten Jahreszeit dünnflüssig zu machen. Nachdem sich der Schmutz gehörig niedergeschlagen hat, wird das gute Öl von oben abgezogen und in zum Versand bestimmte Fässer gefüllt. Der zurückbleibende Schlamm, welcher immer noch sehr viel Öl enthält, wird nicht weiter verwertet. Der Ölgehalt der Nüsse beträgt etwa 40 %. Durch längeres Erwärmen verdickt sich das Öl und nimmt eine schwarze Farbe an. Frisches Öl soll giftig sein. In China und Japan werden die schlechteren Sorten als Schiffsanstrich benutzt. Das Öl erteilt dem Holz eine schön gelbe Farbe und macht es zugleich wasserdicht. Bei uns findet es Verwendung sowohl allein, als auch besonders als Zusatz zu Fußbodenlacken.

Der Ölversand ab Hankau beläuft sich monatlich auf mehrere tausend Tonnen und steigert sich fortwährend. Die von den überseeischen Käufern gestellten Anforderungen an Reinheit des Öles und ganz besonders an Farbe desselben werden den Chinesen Veranlassung geben, sich zur Herstellung über kurz oder lang moderner Apparate zu bedienen.

Bestandteile sollen 25 % Olein und 75 % Eläomargarine sein. Unter dem Einfluß von Licht und Luft wird die Eläomargarinsäure, welche bei 48 ° C schmilzt, in die Eläostearinsäure mit dem Schmelzpunkt 72 ° übergeführt.

Nußöl.

Das Nußöl wird aus den Samen des Walnußbaumes, Juglans regia, gewonnen. Durch kaltes Pressen gewinnt

man auch hier das beste Öl, warmes Pressen oder Extraktion mit Hilfe von Lösungsmitteln liefert geringere Sorten. Der Ölgehalt der Samen kann bis zu 50 % betragen. Das beste Öl ist fast farblos, mindere Ware ist gelblichgrün gefärbt. Der Geschmack ist schwach kratzend. Infolge des geringen Stearingehaltes bleibt es noch bei —15 ° C völlig klar und flüssig, bei ca. —18 ° C verdickt es sich, um aber erst bei ca. —27 ° C zu erstarren. Das Eintrocknungsvermögen des Nußöles überwiegt das des Leinöles. Bestandteile sind vor allem die Glyceride der Linolen-, der Isolinolen- und der Ölsäure. Auch Myristicin und Laurin sind nachgewiesen. Walnußöl wird zur Herstellung von Firnis benutzt.

Rizinusöl.

Rizinusöl ist in dem Samen von Ricinus communis bis zu 50 % enthalten. Das einjährige Kraut, welches in heißen Ländern strauchartig wird, gehört zur Familie der Euphorbiazeen. Es ist in Ostindien einheimisch und wird in Spanien, Frankreich und Italien kultiviert. Die Gewinnung geschieht durch kaltes oder warmes Pressen. Es ist ein dickflüssiges, schwach gelbliches Öl. Die Samen selbst werden heute wegen des darin enthaltenen fettspaltenden Fermentes zur Herstellung von Fettsäuren benutzt. Die Samen sind sehr giftig. Der giftige Bestandteil, das Rizin, bleibt in den Preßrückständen zurück. Dieselben werden meistens sofort verbrannt. Rizinusöl ist in absolutem Alkohol, Amylalkohol, Äther, Chloroform, Benzol klar mischbar. Auch in Spiritus von 90 % bei einer Temperatur von 25 ° C löst es sich in jedem Verhältnis klar auf. Schon ein Zusatz von 2 % eines fremden Fettes gibt im Verhältnis 1 : 5, mit Alkohol geschüttelt, eine trübe Lösung.

Bei der Verseifung bilden sich neben Glyzerin die Salze der Ricinolsäure, Rizinsäure und Rizinstearinsäure. Auf 280° C erhitzt, zersetzt es sich unter Bildung von Önanthol, Önanthsäure und Acrolein. Zum Nachweis von Rizinusöl mischt man dasselbe mit Sand und destilliert das Önanthol, welches einen charakteristischen Geruch besitzt, auf dem Sandbade ab.

Unter Floricin versteht man im Handel ein Produkt, welches durch rasches Erhitzen von Rizinusöl auf ca. 300° C gewonnen wird. Dabei entweichen ca. 5% von bei der angegebenen Temperatur flüchtigen Körpern, und es bleibt ein zähflüssiger Rückstand, welcher gerade die entgegengesetzten Eigenschaften des Rizinusöls aufweist. Das neue Produkt ist nach der Patentschrift 104499 bei gewöhnlicher Temperatur in jedem Verhältnis mischbar mit Mineralöl und nimmt demgemäß auch beliebige Mengen Zeresin und Vaselin auf. Es mischt sich aber nicht, weder mit 90%, noch mit absolutem Alkohol. Dasselbe vermag ähnlich dem Lanolin Wasser in beträchtlichen Mengen aufzunehmen und festzuhalten, selbst bei Anwesenheit von Mineralöl. Das Produkt ist daher besonders geeignet zur Herstellung viskoser Schmieröle mit Mineralölen, wie auch als Salbengrundlage für medizinische oder kosmetische Zwecke. Nach den wissenschaftlichen Untersuchungen besteht Floricin aus Triundecylensäureanhydrid.

Mohnöl.

Der bei uns kultivierte Mohn, Papaver somniferum, enthält in den Samen ca. 50% fettes Öl. Durch kaltes oder warmes Pressen gewinnt man ein blaßgelbes, dünnflüssiges Öl von schwachem Geruch und Geschmack. Es gehört zu den trocknenden Ölen und enthält daher neben Olein, Palmitin und Stearin noch Linolein.

Sonnenblumenöl.

Die Samen von Helianthus annuus, angebaut in Ungarn, Rußland, Indien und China, liefern ca. 30 % hellgelbes Öl von angenehmem Geruch und mildem Geschmack. Das Öl erster Pressung dient zu Speisezwecken, das warm gepreßte außer zur Herstellung von Seifen auch zur Firnisfabrikation.

Rüböl.

Die Samen der bei uns heimischen Rapsarten, Brassica Rapa und Brassica Napus, enthalten ca. 30 % fettes Öl. Dasselbe ist von ziemlich dicker Beschaffenheit und je nach der Herstellung von gelber bis gelbbrauner Farbe. Zur Abscheidung der Schleim- und Eiweißstoffe setzt man dem Öl 2 % Schwefelsäure von 66 ° Beaumé zu, wäscht es mit Wasser und bringt das so raffinierte Öl als Brennöl in den Handel. Es besteht aus den Glyceriden der Stearinsäure, Brassicasäure und einer Ölsäure, welche die Elaidinreaktion gibt. Rüböl gehört zu den schwefelhaltigen Ölen. Nach Angabe anderer Forscher setzt es sich zusammen aus etwa 4 % Glyceriden der Arachinsäure und der Eruca- und Napinsäure zu gleichen Teilen.

Das „geblasene“ oder oxydierte Rüböl erhält man durch Erhitzen desselben auf ca. 70 ° C unter gleichzeitiger Einwirkung von Luft, d. h. Sauerstoff. Das Erhitzen wird so lange fortgesetzt, bis das spezifische Gewicht des Öles auf ca. 0,97, das des Rizinusöles, gestiegen ist. Die Verseifungsfähigkeit des so behandelten Öles ist größer, und der Flammpunkt wird erhöht. Da ferner das so behandelte Öl leicht löslich in Benzin und Mineralöl ist, wird es auch als „lösliches Rizinusöl“ gehandelt. Mischungen mit Mineralölen werden unter dem Namen „Marineöl“ zum Schmieren von Schiffsmaschinen benutzt.

Senföl.

Senföl entstammt den Samen der Kruzifere Sinapis nigra oder Sinapis alba, des schwarzen oder des weißen Senfs. Die Samen enthalten ca. 25 % fettes Öl, welches durch Auspressen gewonnen wird. Frisch gepreßt besitzt es meist eine goldgelbe Farbe. Die einjährige Pflanze wird besonders in Holland kultiviert. Das Senföl hat die wichtige Eigenschaft, erst bei —17° C zu erstarren. In gebleichtem Zustand wird es an Stelle von Oliven- oder Mohnöl als Speiseöl verwandt. Der Handelsname des fetten Senföles ist Sinapol. Beide Sorten geben, da sie schwefelhaltig sind, die Becchireaktion.

Beim Anrühren der Samen des schwarzen Senfes mit Wasser entwickelt sich das ätherische Senföl. Dasselbe stellt eine gelbliche Flüssigkeit dar, welche die Augen zu Tränen reizt und auf der Haut Blasen hervorruft. Es enthält als wesentlichen Bestandteil Sulfocyanallyl.

Hanföl.

Hanfsamenöl wird aus den Samen von Cannabis sativa in der gleichen Weise wie Leinöl gewonnen. Dieselben enthalten ca. 25 % fettes Öl. Es ist von grünlichgelber bis bräunlicher Farbe. Aus Hanföl dargestellte Schmierseifen sind von dunkelgrüner Farbe mit Geruch nach Hanf. Das meiste Hanföl kommt aus Rußland in den Handel.

Leindotteröl.

Das Dotteröl oder deutsche Sesamöl ist das durch Pressen der Samen der Flachsdotter, Camelina sativa, gewonnene fette Öl. Flachsdotter wird in Süddeutschland und den Niederlanden angebaut. Der Ölgehalt der Samen beträgt bis zu 30 %. Es hat einen schwachen Geruch und ist von goldgelber Farbe.

Sesamöl.

Das Sesamöl entstammt den Samen von Sesamum orientale und stellt im reinen Zustande ein hellgelbes, fast geruchloses Öl dar, welches bei einigen Graden unter Null butterartig fest wird. Die trocknenden Eigenschaften zeigt Sesamöl nur in geringem Maße.

B. Nichttrocknende Öle.

Olivenöl.

Olivenöl ist enthalten in den Früchten des Ölbaumes, Olea europaea, welcher in heißen Ländern kultiviert wird. Diese Früchte, Oliven genannt, sind in Gestalt und Farbe den Pflaumen ähnlich. Durch kaltes Pressen der äußeren fleischigen Hülle gewinnt man das nur zu Speisezwecken benutzte „Jungfernöl". Durch warmes Pressen erhält man geringere Sorten, besonders das „Baumöl". Man läßt auch die Oliven durch Liegenlassen an der Luft in Gärung übergehen. Hierdurch werden die Zellwände gesprengt, und man erhält beim nachfolgenden Pressen eine höhere Ausbeute an Öl. Die Preßrückstände, Sanza genannt, enthalten aber immer noch 10—12 % Öl. Zu deren Gewinnung werden die Sanza getrocknet, in große Säcke gefüllt und mit Schwefelkohlenstoff extrahiert. Man läßt den Schwefelkohlenstoff von unten in die Säcke, welche ca. 3—4000 kg fassen, eintreten und langsam durch die ganze Masse hindurchgehen. Die dann oben abfließende ölhaltige Lösung nennt man Miszella. Durch Dampf wird der Schwefelkohlenstoff abgetrieben und durch Abkühlung wieder gewonnen. Die Extraktion der Sanza wird in der Regel zweimal wiederholt. Da aber Schwefelkohlenstoff auch harzartige Körper löst, so zieht man wohl auch Benzin oder Petroläther vor. Diese zuletzt gewonnenen Öle

werden in der Seifenfabrikation benutzt unter dem Namen „Sulfuröl". Dieselben besitzen einen scharfen, nicht süßlichen Geruch und sind durch Chlorophyll grün gefärbt.

Mandelöl.

Durch Pressen der Mandeln, der Früchte des in den Mittelmeerländern angebauten Mandelbaumes, Amygdalus communis, erhält man ein hellgelbes, geruchloses Öl. Es dient besonders zur Herstellung kosmetischer Präparate.

Reisöl.

Aus den Reiskeimen und der Reiskleie gewinnt man durch Extraktion mit Benzin ein Öl von grünlichbrauner Farbe mit dem Geruch nach Reismehl. Im Sommer ist es flüssig mit weißem Bodensatz, im Winter ist es von mehr schmalzartiger Beschaffenheit. Der Ölgehalt der Keime beträgt bis zu 20 %. Da aber Reis ähnlich wie die Rizinussamen ein fettspaltendes Ferment, die Lipase, enthält, so ist das Öl stets reich an Fettsäuren. Zu Speisezwecken und als Schmieröl kann es daher nicht verwandt werden.

Arachisöl.

Das Arachis- oder Erdnußöl gewinnt man durch kaltes oder warmes Pressen der Früchte der Erdpistazie oder Erdmandel, Arachis hypogaea. Die Samen, welche den Bohnen ähnlich sind, enthalten bis zu 50 % Öl. Das kalt gepreßte Öl, Katjangöl genannt, ist farblos, dünnflüssig und von mildem Geschmack, mit eigenartigem, nicht unangenehmem Geruch. Zufolge seines hohen Stearingehaltes erstarrt das Öl bei 0° zu einer schmalzartigen Masse. Zur Herstellung von Seifen verwendet man die sogenannten Satzöle.

Cottonöl.

Das Cotton- oder Baumwollsamenöl wird durch Pressen der geschälten Samen der Baumwollstaude, Gossypium herbaceum, bei einer Temperatur bis zu 90° gewonnen. Die Pflanze wird besonders in Amerika und Ägypten kultiviert. Der Ölgehalt der Samen beträgt bis 30%. Die Rückstände sind im Handel unter dem Namen Lactagol. Es wird stillenden Frauen gegeben, da das Präparat galaktogene Eigenschaften besitzt. Das rohe Cottonöl ist von rotbrauner bis schwarzer Farbe und bitterem, ranzigem Geschmack. Es enthält sehr viel Eiweißstoffe und muß daher einer Raffination unterworfen werden.

Als bestes Mittel zur Raffination hat sich Natronlauge von 15° Beaumé bewährt. Die zuzusetzende Menge ermittelt man durch Bestimmung der Säurezahl. Das Alkali verbindet sich mit der freien Säure, scheidet sich als Seife aus und reißt dabei auch den Farbstoff mit. Während der Zugabe der Lauge soll die Erwärmung nicht mehr wie 20° C erreichen. Durch Einstellen eines Gebläses bewirkt man eine innige Mischung. Jetzt erwärmt man das Öl rasch auf 50°, wodurch die gebildete Seife sich zusammenballt und zu Boden sinkt. Wenn erforderlich, wird die Reinigung wiederholt. Die letzten Spuren von Seife werden mit Wasser von 40—50° C ausgewaschen. Nach dem Absetzen schöpft man das gereinigte Cottonöl, welches jetzt von hellgelber Farbe sein soll, ab. Cottonöl wird auch vielfach zu Genußzwecken verwandt.

Um ein auch im Winter klares Öl zu haben, scheidet man die 31% Stearin, welche normalerweise im Cottonöl enthalten sind, durch Gefrieren aus. Der Rückstand ist das Baumwollstearin oder die Cottonmargarine. Cottonöl ist ein halbtrocknendes Öl.

Bisweilen zeigen Kernseifen, welche unter Zusatz von Cottonöl hergestellt worden sind, Flecken, welche besonders beim Lagern hervortreten. Diesen Übelstand führt man auf ca. $1^1/_2$ % unverseifbare Stoffe zurück, welche auch noch im raffinierten Öle enthalten sein sollen. Cottonöl wird u. a. viel zur Darstellung von sogenannten Faktis, Kautschukersatzstoffen, benutzt. Es wird wie Rüböl auch auf „geblasenes" Öl verarbeitet.

Maisöl.

Die Keime der Samen von Zea Mays liefern beim Pressen ein Öl von goldgelber Farbe, etwas dicker Beschaffenheit und getreideartigem Geruch. Das durch Extraktion mit Azeton oder Äther gewonnene ist von mehr dunkelgelber bis rotbrauner Farbe. Das Öl besteht im wesentlichen aus Estern der Linolsäure und Linolensäure (ca. 50 %), der Oleinsäure (ca. 45 %) und der Stearinsäure (ca. 5 %) neben etwa 1,5 % Unverseifbarem, bestehend aus Phytosterin und Lezithin. Es ist leicht löslich in Azeton.

Kokosnußöl.

Das Kokosöl wird gewonnen durch Auspressen der Kokosnüsse der immer blühenden Kokospalme, Cocos nucifera und Cocos butyracea. Das beste Öl ist das Kotschinöl von der Malabarküste, weniger geschätzt ist das Ceylonöl und das Kopraöl. Die unreifen Früchte enthalten eine milchige Flüssigkeit, die reifen dagegen bis zu 70 % Öl. Zur Gewinnung derselben entfernt man die faserige Schale der Nüsse und kocht dieselben zur Lockerung des Gewebes mit Wasser auf. Danach werden die Samen zerstoßen und gepreßt. Das Kopraöl wird aus den getrockneten Kernen, welche Kopra heißen, in

Europa gewonnen. In unserem Klima stellt das Kokosöl eine weiße oder schwach gelbliche Masse dar von talg- bis schmalzartiger Beschaffenheit. Das Kotschinöl wird auch nach Entfernung der flüchtigen Fettsäuren zu Speisezwecken benutzt. Kokosöl verseift sich am besten mit starken Laugen auf kaltem Wege. Die so bereiteten Seifen haben die Fähigkeit, Salzlösungen in großer Menge aufzunehmen. Sie werden daher auch gebraucht zum Waschen mit Meerwasser. Durch einen großen Überschuß an Kochsalz findet aber auch eine Ausscheidung statt. Für die kaltgerührten Toiletteseifen verwendet man Kotschin-Kokosöl, welches einen reinen, nußartigen Geruch besitzt und nicht mehr als 3 % freie Fettsäuren enthalten soll.

Das beste gereinigte Kokosöl wird zu Speisezwecken benutzt unter den Namen: Mannheimer Kokosbutter, Vegetaline, Palmin, Kunerol usw.

Palmöl.

Palmöl ist das aus dem Hüllfleisch der Früchte der Ölpalme Elaies guinensis durch Ausschlagen oder Auskochen mit Wasser gewonnene Öl. Die Früchte ähneln den Oliven. Im frischen Zustand ist das Palmöl farblos, nimmt aber an der Luft sehr schnell eine gelbe Farbe an. Es besitzt einen nicht unangenehmen veilchenartigen Geruch und ist von schmalzartiger Konsistenz. Den gelben Farbstoff des Palmöles zerstört man entweder durch den Sauerstoff der Luft in der Weise, daß man vermittelst des Gebläses warme Luft durch das angewärmte Öl treibt, oder durch schnelles Erhitzen auf 240°. Bei dem Körtingschen Apparat geschieht das Bleichen durch den Sauerstoff der Luft. Der Apparat besteht aus einem eisernen, luftdicht verschließbaren Gefäß, an dessen oberem Teile ein

Dampfstrahl-Luftsaugapparat angebracht ist. In dem Gefäße befindet sich eine kupferne Heizschlange, sowie ein mit kleinen Löchern versehenes Luftverteilungsrohr. Die Temperatur des Öles wird auf 100° C erhalten und während 2 Stunden Luft durchgesaugt. Lagosöl bleicht sich am besten. Andere Sorten, wie Old Calabar, New Calabar, Benin, Braß, Congo, Accra usw., verlangen eine längere Bleiche. Auf chemischem Wege bleicht man mit Hilfe von Chlor, welches aus überchromsaurem Kali mit Salzsäure entwickelt wird. Je nach der Menge Kaliumdichromat, welche man anwendet, erhält man gelbliches bis weißes Palmöl. Man verfährt dazu wie folgt:

100 kg Palmöl erwärmt man auf ca. 35° C, setzt etwa $^3/_4$ kg in Wasser gelöstes Kaliumdichromat zu und $2^1/_2$ kg rohe Salzsäure. Man krükt etwa 10 Minuten lang durch und läßt unter Umrühren noch ca. 4 kg heißes Wasser zufließen. Die Umsetzung zwischen Kaliumdichromat und Salzsäure verläuft nach der Gleichung

$$K_2Cr_2O_7 + 14\,HCl = Cr_2Cl_6 + 2\,KCl + 7\,H_2O + 6\,Cl\,.$$

Man überläßt 24 Stunden der Ruhe, wodurch man 2 Schichten erhält. Die untere grüne ist eine wäßrige Lösung von Chromichlorid, während das gebleichte Öl oben schwimmt. Um ein ganz weißes Öl zu erhalten, wende man $1^1/_2$ % Kaliumdichromat zur Bleiche an.

Palmöl besitzt meist eine hohe Säurezahl. Die protoplasmatischen Stoffe, welche bei der rohen Gewinnung des Palmöls in Afrika in dieses übergehen, wirken während des Transportes spaltend ein, indem Fettsäuren frei werden. Diese Spaltung kann bei langer Aufbewahrung eine völlige sein.

Palmkernöl.

Palmkernöl oder Kernöl wird aus den Palmkernen gewonnen. Nachdem dem Fruchtfleisch das Palmöl an Ort und Stelle entzogen ist, werden die Kerne selbst nach Europa verschifft. Diese werden dann bei uns zerkleinert und durch Pressen oder Extraktion vom Öl befreit. Es ist von weißer bis gelblicher Farbe und nicht unangenehmem Geruch und Geschmack. Die Konsistenz ist salbenartig. Die Säurezahl kann bisweilen ebenfalls eine sehr hohe sein. Kernöl verseift sich am besten mit starken Laugen.

Sheabutter.

Die Samen der in Afrika und Ostindien einheimischen Bassiaarten, Familie der Sapotazeen, wie Bassia Packii oder Butyrospermum Packii, enthalten bis zu 50 % Fett, welches zur Hauptsache aus etwa 70 % Stearin und 30 % Palmitin und Olein besteht. Die Hauptmenge der Produktion wird von den Eingeborenen zu Speisezwecken verwandt. Die Konsistenz dieser Produkte, welche unter dem Namen Sheabutter oder Salam- oder Ilipe- oder Karitebutter in den Handel gelangen, ist bei gewöhnlicher Temperatur butterähnlich. Die Farbe ist grau-grauweiß, der Geruch eigenartig aromatisch. Die Verseifungszahl ist höchstens 192, meist aber niedriger. Charakteristisch für Sheabutter ist die große Menge an unverseifbaren Substanzen.

Vegetabilischer Talg.

Aus den Kernen von Rhus succedanea, einer Sumachart, gewinnt man in China und Japan das Japan- oder Sumachwachs. Die Gewinnung geschieht durch Anrösten der Kerne und nachfolgendes heißes Pressen der Samen,

welche ca. 25 % fettes Öl enthalten. Im rohen Zustand sieht es hellgrün aus. Gereinigt und gebleicht ist es von gelblicher bis weißer Farbe, muscheligem Bruch und fester zeresinartiger Beschaffenheit. Es ist kein Wachs im chemischen Sinne, sondern ein echtes Fett, trotzdem fühlt es sich nicht etwa fettig an. Es besteht im wesentlichen aus Palmitin, Palmitinsäure und dem Glyzerinester der Japansäure und gibt daher bei der Verseifung Glyzerin. Die Glyzerinausbeute soll bis zu 14 % betragen. Es ist leicht löslich in heißem Alkohol, nur wenig in kaltem Äther. Die Verseifung geht leicht vonstatten und ergibt eine harte Seife. Der Schmelzpunkt des Japanwachses liegt zwischen 50 und 55 ° C. Ausgedehnte Verwendung findet es daher auch als Ersatz für Bienenwachs in der Kerzenfabrikation.

Die Beeren einiger Myricaarten Nordamerikas liefern durch Auskochen das durch Chlorophyll grün gefärbte Myricawachs, während der ebenfalls grünliche chinesische Talg aus den Samen von Stillingia sebifera gewonnen wird.

Olein und Stearin.

Unter Olein, Elain oder Stearinöl, Elainsäure, versteht man im Handel technische Ölsäure, unter Stearin ein Gemisch von Palmitin- und Stearinsäure. Rein chemisch gelten diese Bezeichnungen aber nur für die Glyceride der betreffenden Säure. Man unterscheidet im Handel zwei Arten Olein, das destillierte und das saponifizierte. Das erstere erhält man bei der Zersetzung der Fette mit Schwefelsäure und nachfolgender Destillation der Fettsäuren, das saponifizierte bei der Verseifung im Autoklaven oder mit Ätzkalk. Durch nachfolgendes Pressen vollzieht sich die Trennung in Olein und Stearin. Die aus Leinöl dargestellte Ölsäure wird auch Leinölsäure

genannt. Chemisch reine Ölsäure stellt eine farblose, etwas dicke Masse dar, welche an der Luft rasch Sauerstoff aufnimmt, dadurch ranzig wird und eine gelbe bis braune Farbe annimmt. Der Geruch dieser zersetzten Säure ist nicht gerade angenehm.

Das abgepreßte Stearin wird nochmals mit verdünnter Schwefelsäure behandelt, mit Wasser ausgewaschen und in flachen Kuchen in den Handel gebracht. Die so erhaltene Stearinsäure ist von weißer Farbe und wird hauptsächlich zur Fabrikation von Kerzen benutzt. Als Ausgangsmaterial dient vor allem Talg aus Amerika und Australien. Auch Benzinknochenfett und Palmöl finden hierfür Verwendung.

Walkfett.

Zum Walken von Seide oder Wolle benutzt man Seifenlösungen, welche meist der Güte des zu bearbeitenden Materials entsprechend aus Olivenölseife hergestellt werden. Diese Walkwässer enthalten dann neben Seife noch Verunreinigungen, wie Fasern, Schmutz und Mineralöl. Behufs Zurückgewinnung der Fettstoffe zersetzt man die Wässer durch verdünnte Salzsäure oder Schwefelsäure und reinigt die sich ausscheidenden Fettsäuren durch Destillation oder nur Filtration. Das durch Filtration wie auch das durch heißes Pressen der Fettmasse in Säcken gewonnene Walkfett enthält meist Mineralöl. Zur besseren Reinigung scheidet man die Seife durch Zusatz von Kalkmilch als wasserunlösliche Kalkseife aus und zerlegt dieselbe zur Gewinnung der Fettsäuren entweder mit verdünnter Schwefelsäure oder verarbeitet mit Soda direkt auf Seife. Überläßt man die Fettsäuren bei ca. 70° C der Ruhe, so kristallisiert die Walkfettstearinsäure aus, welche als Kerzenmaterial Verwendung findet. Der flüssig bleibende

Teil ist die Walkölsäure. Je nach dem Ursprung und der Art der Herstellung ist Walkfett von gelber bis brauner Farbe. Es besteht gemäß der Herstellung nur aus Fettsäuren, ist also kein Fett im chemischen Sinne. Die Konsistenz ist weich bis zähe oder fest.

Wachs.

Unter Wachs versteht man eigentlich nur Bienenwachs. Später wurde die Bezeichnung auch auf pflanzliche, im Aussehen dem Bienenwachs ähnliche Substanzen übertragen, weiterhin auf tierische und sogar auf mineralische ausgedehnt. Chemisch stellt Wachs kein Triglycerid dar, sondern Ester verschiedener einsäuriger Alkohole. Bei der Verseifung erhält man also kein Glyzerin. Das gelbe Wachs ist das Verdauungsprodukt der geschlechtlosen Arbeitsbienen. Sie produzieren dasselbe, sobald sie es zum Aufbau der Waben brauchen. Es wird durch die Hinterringe abgesondert, und die Bienen ziehen es sich gegenseitig ab. Zur Gewinnung schmilzt man die Waben, nachdem man den Honig hat ausfließen lassen, mit Wasser aus und wiederholt diese Reinigung zwecks Abscheidung von mechanischen Verunreinigungen mehrere Male. Es stellt dann eine gelbe Masse dar mit körnigem, mattem Bruch. Wachs besteht zu etwa 20 % aus Cerin, das ist freie Cerotinsäure, und zu ca. 80 % aus Myricin, d. i. Palmitinsäuremelissylester, einer Verbindung des einwertigen Melissylalkohols mit Palmitinsäure. Unterwirft man das natürliche Produkt der Bleiche mit Kaliumdichromat und Schwefelsäure oder der des Sonnenlichtes, so erhält man das weiße Wachs. Man gießt das gelbe Wachs in breite, dünne Bänder aus, welche dem Licht eine möglichst große Oberfläche darbieten sollen. Das gelbe Wachs schmilzt bei ca. 63°, das weiße bei etwa 65°. Reines,

unverfälschtes Wachs soll heute nach Aussage von Professor Dr. Fischer im Handel selten oder gar nicht mehr zu haben sein. In jedem Wachs ist Cerin nachweisbar.

Unter vegetabilischem Wachs versteht man ein Produkt der brasilianischen Karnaubapalme, Copernicia cerifera. Chemisch besteht es aus Cerotinsäuremyricylester neben freier Cerotinsäure. Das Wachs bedeckt die Oberfläche der Blätter und wird durch Abbürsten und Ausschmelzen mit Wasser gewonnen. Es besitzt wachsartige Beschaffenheit und ist von weißer bis gelblicher Farbe.

Walrat.

Unter Walrat versteht man die festen Anteile des Inhaltes besonderer Höhlen im Körper des Pottwals. Walrat besteht im wesentlichen aus Cerin oder Palmitinsäurecetylester. Im lebenden Fisch ist der Walrat flüssig. Er stellt großblätterige, glänzende, leicht zerreibliche Kristallmassen dar. Walratöl oder Spermacetiöl nennt man den auch nach dem Tode des Tieres flüssig bleibenden Teil.

Mineralöl, Paraffin und Vaselin.

Unter „Mineralöl“ versteht man Destillationsprodukte sowohl des russischen wie des amerikanischen Rohpetroleums, deren spezifisches Gewicht über ca. 0,895 liegt. Mit der Zunahme des spezifischen Gewichtes steigt auch der Entflammungspunkt. Mineralöle mit dem spezifischen Gewicht 0,905 und dem Entflammungspunkt 200 werden als Maschinenöle zum Schmieren kaltgehender Teile von Maschinen benutzt, während diejenigen mit höherem spezifischen Gewicht und Entflammungspunkt unter dem Namen Zylinderöle zum Schmieren von Dampfzylindern der Lokomotiven, der Dampfpumpen u. dgl. im

Handel sind. Die Maschinenöle sind von strohgelber bis rotgelber Farbe mit fluoreszierendem Schein, welcher durch Zusatz von Nitronaphthalin aufgehoben wird. Die hellen Zylinderöle sind dunkelgelbgrünlich oder rötlichgelb, die dunkeln schwarz- bis braungrün.

Die Herstellung dieser Öle erfolgt entweder durch überhitzten Wasserdampf oder im Vakuum. Dabei erhält man aus dem russischen Petroleum z. B. folgende Produkte:

	Spezifisches Gewicht bei 15° C	Entflammungspunkt °C ca.	Zähigkeit bei 15° C ≙ Wasser bei 15° C = 1. ca.
1. Rohnaphtha	0,875	+35	32
2. Leichtes Benzin	0,717	—50,0	0,4
3. Schweres Benzin	0,717—0,729	—30,0	0,45
4. Meteor-Petroleum	0,810	+29	1,24
5. Nobel-Petroleum	0,824	+31	1,74
6. Masut	0,900	+71	200,0
daraus 7—14			
7. Pyronaphtha	0,860	+100	6,6
8. Gasöl	0,870	+90,0	50,0
9. Spindelöl	0,897	über 150,0	100,0
10. Maschinenöl	0,907	160	400,0
11. Waggonöl	0,910	190	600,0
12. Zylinderöl II	0,915	210	1300,0
13. „ „ I	0,915	245	8000,0
14. „ „ 0	0,920	390	60000,0
15. Goudron-Rest	0,925		

Als „Paraffine" bezeichnet man die über 300° siedenden Kohlenwasserstoffe der Sumpfgasreihe.

Das technische Paraffin gewinnt man aus dem Braunkohlenteer durch Destillation mit überhitztem Wasserdampf. Es wurde im Jahre 1830 von Reichenbach unter den Produkten, welche die trockene Destillation des Holzes ergaben, gefunden. Durch Umschmelzen mit Benzin und nachfolgender Entfärbung mit Kohle und Filtration erhält man eine weiße Masse. Dieselbe wird flüssig in flache Formen ausgegossen, in welchen sie erstarrt. Man nnterscheidet ein Weichparaffin mit dem Schmelzpunkt 44—48° C und ein Hartparaffin mit dem Schmelzpunkt 52—58° C. Das pharmazeutisch benutzte feste Paraffin wird gewonnen aus dem in Galizien vorkommenden Erdwachs oder Ozokerit. Zur Reinigung wird das Erdwachs, welches schwarz aussieht und deutlichen Petroleumgeruch besitzt, mit Schwefelsäure von bestimmter Konzentration ausgeschmolzen und mit Soda gewaschen. Je nach dem Grade der Reinigung erhält man gelbes Zeresin oder weißes Paraffin.

Die gelbe amerikanische Vaseline wird von der Chesebrough Company New York in den Handel gebracht. Sie ist ebenfalls ein Gemisch hochsiedender Kohlenwasserstoffe und wird durch Destillation aus dem amerikanischen Petroleum gewonnen.

Bezeichnung	Spez. Gewicht bei 15° C	Schmelzpunkt °C	Hehnersche Zahl	Köttsdorfersche Verseifungszahl
Trocknende Öle				
Leinöl	0,932—0,937			187,6—195,2
Hanföl	0,925—0,931			190—193,1
Nichttrocknende Öle				
Olivenöl	0,916—0,9196		95,43	185,2—206
Leindotteröl .	0,9228—0,9329			188
Fettes Senföl				
weiße Samen	0,913—0,916			170—174
schwarze „	0,916—0,917			173—175
Sesamöl	0,921—0,924		95,6—95,86	187,6—193
Arachisöl . . .	0,863—0,922		95,86	189,4—197
Cottonöl	0,922—0,93		95,87	191—198
Maisöl	0,9215—0,9239		94,7—95,7	188,1—190,4
Reisöl	0,8907	24		189,3
Rizinusöl . . .	0,960—0,9736			176—188
Trane				
Robbentran . .	0,915—0,93		95,45	178—196
Walfischtran .	0,925—0,927			188,5—224,4
Dorschlebertran	0,922—0,93			175—213,2
Feste Fette				
Palmöl	0,945	27—42,5	95,6	196,3—202,5
Palmkernöl . .	0,952	23—28		246—250
	bei 18°			
Kokosöl	0,925	20—28		253,4—268,4
Rindertalg . .	0,943—0,953	42—46	95,4—96	193—200
Hammeltalg .	0,937—0,953	46,5—51	95,54	195,2
Schweinefett .	0,931—0,938	40,5—48	95,8—96,15	195,3—196,6
Pferdefett . . .	0,9189	20		195,1—199,5
Gereinigtes Wollfett . . .	0,973	36—42,5		98,3—102,4

Reichert-Meißl-Zahl	Jodzahl	Jodzahl der Fettsäuren	Schmelzpunkt der Fettsäuren °C	Erstarrungspunkt der Fettsäuren °C
0,2—0,9	148,4—183,4	155—182	17—21	13,3—17,5
	140,5—157,5	122,2—141	19	14—16
0,3—0,6	79—90	86,1—90,2	22—26	21,2
	132,6—135,2	136,8	18—20	
	92—98	95—105	15—16	
	103—110	110—120	15—17	
0,3—0,7	102,7—111,7	108,9—112	24—26	22,3
0,4	87,0—103	95,5—103,4	27,7—29,5	23,8
0,5	102—111	110.9—115,7	35,2	
0,33	111,2—122	113—125	18—20	14—16
1,1	91,55		36	
	82—84,5	86,6—93,9	13	3
	91—152,4			
	80,9—130			
	123—168,4	164,9—170,1	21—25	
0,32—1	51—52,4	53,3—53,4	47,75	43
3,5—4,3	10,3—17,5	12,07—13,6	20,7—28,5	
3—7,5	8—9,5	8,39—9,3	24,65	21,85
0,5	35,4—38,9	25,9—41,3	43—47	43—45
	32,7—46,2		45—54	45—46
	46—64	64,2	35	34
	78,84—86,1	74,41—87,1	36—42	30—37,7
	10,6—28,9	17	41,8	40

Die Fabrikation der Fettsäuren.

Im Jahre 1817 wiesen Chevreul und Braconnot nach, daß die Mehrzahl der Fette aus einem festen Körper, dem Stearin, und einem flüssig bleibenden, dem Olein, besteht. Im Jahre 1831 stellte Milly Fettsäuren zum Zweck der Stearinkerzenfabrikation fabrikmäßig in der Weise dar, daß er die Fette mit Ätzkalk verseifte und die unlösliche Kalkseife durch Schwefelsäure wieder zersetzte. Nach diesem Verfahren wird das Fett geschmolzen und allmählich unter Kochen Kalkmilch zugekrükt. Die erforderliche theoretische Menge Ätzkalk schwankt je nach der Verseifungszahl des Fettes zwischen 8 und 9%. Um aber sicher zu sein, daß eine völlige Verseifung eingetreten ist, wendet man einen Überschuß von nahezu der Hälfte der theoretischen Menge Ätzkalk mit Wasser angerieben an. Nach etwa 7—8 Stunden ist die Umsetzung beendet. Das Glyzerinwasser wird abgelassen, der Rückstand noch mit Wasser ausgelaugt und durch Destillation das Glyzerin gewonnen. Die im Bottich verbleibende Kalkseife wird von neuem durch Einleiten von Dampf erwärmt und mit verdünnter Schwefelsäure im Überschuß versetzt. Die anzuwendende Menge läßt sich berechnen. Die Fettsäuren beginnen nun allmählich sich auf der Oberfläche abzuscheiden, während sich Kalziumsulfat zu Boden senkt. Durch mehrmaliges Waschen mit Wasser werden die Fettsäuren von noch anhaftendem Kalziumsulfat befreit. Die so gereinigten Fettsäuren schöpft man in Weißblechformen, in welchen man sie allmählich erkalten läßt. Es kristallisieren die festeren Fettsäuren, und zwar ein Gemisch von Stearin- und Palmitinsäure aus. Die ganze Masse wickelt man nun in Kammgarntücher ein und preßt von der flüssigen Ölsäure ab. Man erhält ca. 45% feste Fettsäure.

Das Verfahren ist heute nicht mehr gebräuchlich, da einerseits sehr viel Ätzkalk anzuwenden ist und dementsprechend andererseits zur Zersetzung der Kalkseife viel Schwefelsäure erforderlich ist. Bei der Fällung des Kalkes als Kalziumsulfat werden auch noch einige Prozente Fettsäuren mit herniedergerissen und so der Verwendung entzogen.

Im Jahre 1855 zeigte Milly, daß auch ein geringerer Prozentsatz Ätzkalk genüge, um eine Trennung des Glyzerins von den Fettsäuren zu erzielen, wenn man die Verseifung unter Druck, d. h. in einem Autoklaven vornimmt. In diesem Falle genügt lediglich zur Einleitung der Zersetzung der Fette etwa 2—4 % gebrannter Kalk. Milly erhitzte das mit Kalkmilch angerührte Fettgemenge auf ca. 170—175° C bei einem Druck von 10 Atmosphären. Nach etwa 7 Stunden war die Zersetzung beendet. Da nun aber, wie oben erwähnt, der gefällte schwefelsaure Kalk Fettsäuren mit sich reißt, so benutzt man an seiner Stelle mit dem gleichen Erfolge eine ebenso geringe Menge gebrannte Magnesia (MgO) oder Zinkoxyd (ZnO) mit Zinkstaub. Diese Körper bilden ebenfalls unlösliche Magnesia- bzw. Zinkseifen, mit Schwefelsäure dagegen im Wasser leicht lösliches Magnesiumsulfat, bzw. Zinksulfat. Um ein Anbrennen im Autoklaven zu verhüten, setzt man etwa 10 % Wasser zu; als Ansatz nimmt man z. B.:

50 % Palmöl,
25 % Knochenfett,
25 % Talg.

Als Spaltungsmittel verwendet man zweckmäßig ein Gemisch von 3 Teilen Magnesiumoxyd mit 1 Teil Zinkstaub. Dasselbe wird mit wenig flüssigem Öl zuvor verrührt. Bei 6 Atmosphären Druck ist die Spaltung

unter Anwendung von ca. 0,6—0,7 % des Spaltungsmittels in längstens 6 Stunden vollendet. Zur Zersetzung der Zink- bzw. Magnesiaseife wendet man ca. 3—4 % Schwefelsäure von 66° Beaumé, gerechnet auf das angewandte Fett, an. Die Schwefelsäure verdünne man zuvor durch Eingießen in kaltes Wasser. Die nach diesem heute sehr gebräuchlichen Verfahren hergestellten Fettsäuren enthalten aber immer noch 5—10 % Neutralfett. Um eine möglichst 100proz. Fettsäure zu erzielen, wird das Material mit konzentrierter Schwefelsäure behandelt. Man erreicht dadurch einerseits, daß der Rest Neutralfett hydrolysiert wird, und andererseits die Bildung von Sulfostearinsäure. Die Fettsäuren werden alsdann gründlich mit Wasser gewaschen, wobei die Sulfostearinsäure in Oxystearinsäure übergeht und destilliert. Bei der Destillation bildet sich nun aus der Oxystearinsäure eine feste Isoölsäure und festes Stearolakton. Die Ausbeute an festen Stoffen wird durch diese Behandlung wesentlich erhöht. Der Rückstand, der Destillationsteer, wird in einer besonderen Blase noch einmal im Wasserdampfstrom destilliert, und der dann verbleibende Rückstand bildet das Stearinpech. Dasselbe ist je nach der Natur der angewandten Fette von weicher, elastisch zäher bis harter Beschaffenheit und von schwarzer Farbe. Es wird verwandt zur Lack- und Firniserzeugung, Herstellung von Dachpappen, zur Anfertigung von Faktis u. dgl. Die Unkosten bei der Autoklavenspaltung betragen pro 100 kg Fett ca. 2—2,25 M. inkl. Lohn, Kohlen, Amortisation usw.

Nach F. Jean soll sich bei Verwendung von Magnesiumkarbonat an Stelle von Kalk bei der Verseifung unter Druck die Ausbeute erhöhen.

Für die Theorie der Autoklavenverseifung hat Stiepel folgende Leitsätze aufgestellt:

1. Bei der Verseifung mit Kalk, Magnesia und Zink lösen sich die zunächst entstehenden Seifen im Fett und nicht im Wasser.
2. Die im Autoklaven befindliche Masse hat während des Verseifungsprozesses keinen alkalischen, sondern einen sauren Charakter, woraus zu schließen ist, daß während des Verseifungsprozesses „freie Basen" oder nach der älteren Auffassung „basische Seifen" nicht vorhanden sind.
3. Durch das Lösen der Seifen im Fett wird die Berührungsfläche zwischen dem oben liegenden Fett und dem unten befindlichen Wasser durch erhöhte Emulsionsbildung vergrößert. Hierdurch wird der zwischen dem Fett und Wasser sich vollziehende Prozeß der Verseifung wesentlich begünstigt.
4. Der mit geringen Mengen Kalk, Magnesia und Zinkoxyd durchgeführte Verseifungsprozeß ist lediglich als eine Wasserverseifung anzusehen, bei welcher infolge Lösung der sich zunächst bildenden Seifen dieser Basen in der Fettmasse der Verseifungsprozeß durch Bildung emulsionsartiger Schichten begünstigt wird. Die als Endprodukt sich beim Erkalten ausscheidenden Seifen sind neutrale Seifen.

Auch ohne Zusatz von Chemikalien, lediglich durch überhitzten Wasserdampf lassen sich die Fette im Autoklaven spalten. Diese Art der Spaltung hat aber wenig Eingang gefunden, da ein Druck von mindestens 12 Atmosphären erforderlich ist. Dazu kommt, daß infolge der hohen Temperatur die Fettsäuren eine dunklere Farbe haben. Das erzielte Glyzerin ist natürlich von bedeutend reinerer Beschaffenheit.

Eine Trennung der Fette in Glyzerin und Fettsäuren gelingt ferner beim Kochen derselben mit Schwefelsäure.

Die Zersetzung nimmt man in Gefäßen vor, in welchen sich ein Rührwerk befindet. Ein seitlich angebrachtes Rohr sorgt für den Abzug der sich entwickelnden Gase, vor allem der schwefligen Säure. Man erhitzt das Fett auf ca. 120° und läßt jetzt unter Umrühren ca. 5 % Kammerschwefelsäure zufließen. Sofort beginnt die Entwickelung von Dämpfen der schwefligen Säure. Die Schwefelsäure wirkt verkohlend auf die im Fett enthaltenen Eiweißstoffe, während diese fein verteilte Kohle die Schwefelsäure teilweise reduziert unter Bildung von schwefliger Säure. Das Fett bräunt sich und ist nach etwa einer Viertelstunde völlig schwarz. Die Trennung des Glyzerins von den Fettsäuren ist beendet, dafür aber der Schwefelsäurerest eingetreten unter Bildung von Sulfo-Fettsäuren. Um die sulfurierten Fettsäuren zu zerlegen, werden sie durch Einleiten von Wasserdampf in mit Blei ausgeschlagenen Bottichen während ca. 6 Stunden gekocht. Die erzielten Fettsäuren sind von brauner Beschaffenheit und werden mit Wasserdampf von ca. 300° destilliert. Die gegen Ende der Destillation erhaltenen Produkte sind meistens gefärbt und werden, wie überhaupt die bei diesem Verfahren gewonnene Oleinsäure, in der Seifenfabrikation verwandt.

Bei der Behandlung mit Schwefelsäure bildet sich aber auch aus der Oleinsäure eine Oxystearinsäure ($C_{18}H_{35}OHO_2$). Bei der nachfolgenden Behandlung mit Wasser geht diese in eine feste Isoölsäure durch Austritt von Wasser über ($C_{18}H_{34}O_2$). Bei dem späteren Pressen erhöht sich daher die Ausbeute an festen Säuren um 10—15 %.

V. Schmidt gelang es durch Erhitzen der Ölsäure mit 10 % Chlorzink auf ca. 180°, die flüssige Oleinsäure fast vollkommen in diese feste isomere Form überzuführen.

Die gleiche molekulare Umlagerung erfolgt beim Behandeln der Ölsäure mit schmelzendem festen Alkali. Bei dieser Operation erhält man unter Wasserstoffentwickelung ein Gemenge von Essigsäure und Palmitinsäure. Das Verfahren wird angewandt von Radisson in Marseille. Zum Schmelzen wendet derselbe Ätznatron an unter Zusatz von Paraffin. Dieses macht das Natriumpalmitat leicht flüssig. Die Zersetzung der Palmitinseife geschieht wiederum durch Schwefelsäure.

Zwecks Reinigung von Fettsäuren bzw. zur Erzielung möglichst heller Fettsäuren sollen dieselben durch Behandlung mit Methyl- oder Äthylalkohol unter Zusatz von Salzsäure oder Schwefelsäure in Ester übergeführt und darauf mit Wasserdampf im Vakuum destilliert werden. Das Destillat, die reinen Fettsäureester werden danach im Autoklaven unter Zusatz von 0,1 % Zinkoxyd wie üblich gespalten.

Das Bleichen der Fettsäuren kann auch durch Chlorkalklösung oder Wasserstoffsuperoxyd erfolgen.

Nach dem patentierten Verfahren von Mannig wird das Fett dadurch gespalten, daß man dasselbe in feinen regenartigen Strahlen und mit starkem Druck auf eine in einem mit Dampf von etwa 8—10 Atmosphären Spannung erfüllten Raume angeordnete Prellwand spritzt. Die Fettsäuren sammeln sich am Boden des Spaltungskessels an und werden durch einen Hahn abgelassen.

Aus Fäkalien, welche ziemlich fettreich sind, werden die Fettsäuren in der Weise gewonnen, daß das Fett mit ätzenden Alkalien verseift und die Seifenlösung mit Wasser ausgelaugt wird. Man filtriert und scheidet die Fettsäuren durch Chlorwasserstoff oder Schwefelsäure aus. Durch Behandlung mit fettlösenden Mitteln, wie Äther, Benzin u. dgl., bewirkt man die Trennung von

den Eiweißstoffen. Nach der Abdestillation des Lösungsmittels hinterbleiben die Fettsäuren als eine gelbliche bis gelbbräunliche Masse.

Das Twitchell-Verfahren. Nach diesem Verfahren, welches in gewöhnlichen Holzbottichen ausführbar ist, sollen nach Angabe der Firma Joslin, Schmidt & Co., Cincinnati die Fette bis zu 99 % in ihre Bestandteile zerlegt werden können. Das Verfahren ist patentamtlich geschützt unter Nr. 114491. Der spezielle chemische Körper, welcher die Zerlegung herbeiführt, wird „Twitchells Reaktiv“ genannt. Dasselbe, eine aromatische Sulfosäure, welche vor allem emulsionierend wirkt, soll etwa $^3/_4$ seines Gewichtes als seifenmachendes Material wieder abgeben.

Nach Angabe obiger Firma gibt man zu dem Fett etwa $^1/_3$ destilliertes Wasser und $^1/_2$—1 % Reaktiv. Diese Mischung wird 12—24 Stunden lang mit offenem Dampf gekocht. Wichtig ist, daß während des Siedens absolut keine Luft hinzutreten darf. Der Bottich muß also durch einen Deckel so fest als möglich verschlossen werden. Nach beendeter Zersetzung überläßt man die Masse einige Zeit der Ruhe, damit sich das Glyzerinwasser absetzen kann. Das Rohglyzerin soll hell, klar, beinahe geruchlos sein und bis zu 90 % absolutes Glyzerin enthalten. Die abgeschiedenen Fettsäuren enthalten noch 10—15 % Neutralfett. Nachdem man das Glyzerin abgelassen hat, soll man frisches Wasser hinzugeben und abermals 12—24 Stunden kochen. Der Gehalt an Neutralfett ist auf 1—3 % herabgesunken. Durch Zusatz von Bariumkarbonat wird die Schwefelsäure des Reaktivs ausgeschieden. Die Fettsäuren können dann weiter verarbeitet werden.

Das fermentative Spaltungsverfahren ist patentiert im

Deutschen Reiche unter Nr. 145413 für die Vereinigten Chemischen Werke A.-G. in Charlottenburg.

Das Verfahren beruht auf der Fähigkeit des in den Rizinussamen enthaltenen Fermentes, Fette in ihre Bestandteile zu zerlegen. Wenn auch diese Eigenschaft der Rizinussamen der Wissenschaft schon lange bekannt war, so wurde doch erst 1902 der Industrie ein brauchbares Verfahren gegeben. Die ersten Versuche sind veröffentlicht in den Berichten der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Jahrgang 25, Seite 3988 von Connstein, Hoyer & Wartenberg. Auch anderen Samen kommt diese Eigenschaft zu. So beobachtete Verfasser dieses, daß die Samen der Paternostererbse ohne Zusatz von Säure spaltend auf die Fette einwirken (Jahrgang 36, Seite 3003).

Bei der Spaltung muß man nach der Patentschrift der Vereinigten Chemischen Werke folgende Bedingungen innehalten:

1. Eine Temperatur von höchstens 40° C; bei höherer Temperatur wird das Ferment zerstört.
2. Gegenwart geringer Menge Säuren in verdünntem Zustand, am besten $^{1}/_{10}$ Normal-Schwefelsäure oder Salzsäure. Auch organische Säuren, wie Ameisensäure oder Essigsäure, sind verwendbar.
3. Anwesenheit einer genügenden Menge Wasser.
4. Die zu zerlegenden Fette müssen in emulgiertem Zustande vorhanden sein.

Der Gang des Verfahrens gestaltet sich dann folgendermaßen: Das Fett kommt in erwärmtem Zustand in einen Aluminiumkessel, der nach unten konisch zuläuft, mit 50% Wasser. Durch Einblasen von Luft wird eine möglichst innige Mischung des Fettes mit dem Wasser bewirkt. Nach etwa einer Viertelstunde wird der mit Wasser fein zerriebene Rizinussamen zugesetzt. Man

rechnet durchschnittlich 5 % Samen und es ist die Spaltung dann in 24 Stunden vollendet. Man kann mit der Samenmenge auch auf 3—2 $^1/_2$ % zurückgehen, nur vollzieht sich dann die Spaltung in etwa der doppelten Zeit. Auf 100 kg Fett soll man ca. 100 g konzentrierte Schwefelsäure nach der Patentschrift zusetzen. Jedoch ist schon festgestellt, daß eine weit geringere Menge genügt. Nachdem die Spaltung vollendet ist, erwärmt man auf ca. 80° und läßt so viel warme, verdünnte Schwefelsäure zufließen, daß eine Trennung der Emulsion stattfindet. Man erhält drei Schichten, zu oberst befinden sich die Fettsäuren mit ca. 10—15 % Neutralfett. Dann erkennt man eine Mittelschicht, welche die Samenteile enthält, und darunter eine wäßrige, in welcher sich das Glyzerin befindet. Das Glyzerinwasser ist ca. 25 %. Man läßt gut absetzen und zieht dann das Glyzerinwasser ab. Zum Klären der Fettsäuren einerseits und zur Befreiung der Mittelschicht von Glyzerin andererseits setzt man Kochsalz zu. Die Mittelschicht verdickt sich, und es ist nunmehr eine völlige Trennung möglich.

Neuerdings wenden die Vereinigten Chemischen Werke A.-G. einen Rizinussamenextrakt an und verhüten so, daß die Samenhüllen in den Spaltkessel gelangen. Ein Säurezusatz zum Einleiten der Spaltung bleibt fort, da die in den Samenextrakten sich bildende freie Säure die Tätigkeit dieser übernehmen soll.

Die Herstellung der Emulsion der Rizinussamen geschieht in der Weise, daß die enthülsten Samen mit wenig Wasser vermahlen werden und die Masse zentrifugiert wird. Das so gewonnene Produkt geht durch etwa 24 stündiges Stehenlassen in eine Art Gärung über und trennt sich dabei in zwei Schichten. Die untere ist wäßrig und vergleichbar mit den Molken der sauren

Milch. Die darüberstehende Schicht enthält in nunmehr längere Zeit haltbarer Emulsionsform das fettspaltende Enzym. Die Emulsion besteht aus

40 % Rizinusöl,
57 % Wasser und
3 % festen Stoffen.

6—8 % von dieser Emulsion genügen, um eine Spaltung von 90 % zu erzielen.

Recht bewährt soll sich die Beigabe von Mangansulfat haben. Das Verfahren von Dr. Maurice Nicloux-Paris erstrebt in der gleichen Weise mit dem Zellinhalt der Samen, dem Zytoplasma, die Zersetzung der Fette.

Zum qualitativen Nachweis einer guten Spaltung führt man in vielen Fabriken nachstehende Reaktion aus: Etwa 1 g des gespaltenen Produktes löst man im Reagensglas in 5 ccm absolutem Alkohol auf, setzt Ammoniak von 18 % im Überschuß zu und erwärmt auf annähernd 15 ° C. Nach kräftigem Durchschütteln soll sich jetzt eine klare Lösung ergeben. Während die Fettsäuren sich mit Ammoniak zu Ammoniumsalzen lösen, bleibt bei Gegenwart von Neutralfett eine Trübung bestehen.

Zur Ermittelung der prozentualen Menge Fettsäure löst man genau 2 g in Alkohol unter Zusatz von wenig Äther auf und titriert mit alkoholischer $^1/_2$ Normal-Kalilauge Phenolphthalein als Indikator. Angenommen, es seien 6,4 ccm $^1/_2$ Normal-Kalilauge verbraucht, so setze man die Gleichung an:

$$7{,}6 : 6{,}4 = 100 : x$$
$$x = 84{,}21\ \%\ \text{Fettsäuren.}$$

Die Zahl 7,6 ist feststehend, von der Annahme ausgehend, daß 2 g einer 100 %igen Fettsäure 7,6—7,9 ccm $^1/_2$ Normal-Kalilauge zur Neutralisation verbrauchen.

Das Glyzerin.

Im Jahre 1779 beobachtete Scheele, daß das Wasser, mit dem er das von ihm dargestellte Bleipflaster ausknetete, süß schmeckte. Er nannte daher diesen Körper Ölsüß. Im Jahre 1811 erhielt Chevreul bei der Zersetzung der Fette denselben Körper und gab ihm den Namen Glyzerin.

In der Natur findet es sich nicht frei, sondern nur gebunden in den Fetten als Ester der Olein-, Palmitin- und Stearinsäure. Es wird zugleich bei der Darstellung der Fettsäuren gewonnen.

Das Glyzerin $C_3H_8O_3$ leitet sich ab von Propan, in welchem 3 H-Atome ersetzt sind durch 3 OH-Gruppen. Es ist ein dreisäuriger Alkohol mit der Strukturformel:

$$\begin{array}{l} CH_2OH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CH_2OH\,. \end{array}$$

Man unterscheidet nach der Herkunft Saponifikations-, Destillations- und Laugenglyzerine und nach dem Reinheitsgrad Rohglyzerin, Dynamitglyzerin und chemisch reines. Die beiden ersten werden durch Raffination, das letztere durch Destillation hergestellt. Bei der Raffination wird die etwa vorhandene Schwefelsäure durch Ätzkalk oder kohlensauren Baryt gefällt. In offenen Pfannen oder besser im Vakuum erlangt man die gewünschte Konzentration. Danach bringt man die Flüssigkeit in einen Bottich, der mit einem hölzernen Rührwerk versehen ist, und setzt ca. $^1/_7$ % Tierkohle zu. Nach $1^1/_2$ stündigem Rühren preßt man durch eine Filterpresse. Das Glyzerin

hat jetzt eine weingelbe Farbe. Die Entfärbung mit Kohle wird erforderlichenfalls wiederholt. Fast die gleiche Reinigung nimmt man vor bei der Gewinnung des Glyzerins aus den Unterlaugen. Glyzerin aus Unterlauge enthält bis zu 10 % Asche, welche sich vor allem aus Chloriden zusammensetzt. Die Farbe ist dunkelbraun, der Glyzeringehalt beträgt bei 24° Beaumé ca. 80 bis 82 %.

Droux & Depouilly haben vorgeschlagen, die Unterlaugen, deren Glyzeringehalt durchschnittlich 6 % beträgt, mit Ölsäure bei Gegenwart von Kohlensäure bis auf ca. 170° zu erhitzen. Die sich bildenden Glyceride sind im Wasser unlöslich, können daher leicht getrennt und nochmals verseift werden.

Das Destillationsglyzerin, von der Schwefelsäureverseifung herrührend, hat einen Aschengehalt von ca. 3,5 %. Es ist von gelblicher Farbe. Die Konzentration beträgt etwa 28° Beaumé entsprechend einem Glyzeringehalt von 84—86 %. Das sogenannte Dynamitglyzerin darf nicht mehr als 0,35 % Asche und sonstige fremde Stoffe enthalten.

Ein ziemlich reines Produkt mit geringem Aschegehalt gewinnt man schon durch Raffination des bei der Verseifung der Fette mit Wasserdampf allein zurückbleibenden Glyzerins. Diesem Glyzerin am nächsten steht das bei der Kalk- bzw. Magnesia- oder Zinkverseifung gewonnene mit ca. 0,5 % Asche bei einem Gehalt von 28° Beaumé. Es ist hellgelb, fast weiß. Man verfährt bei der Fabrikation folgendermaßen: Nachdem das Glyzerinwasser von den Fettsäuren in den Tanks getrennt ist, wird es in mit Blei ausgeschlagenen, offenen Behältern eingedampft. Man setzt etwa $^1/_2$ % beste Entfärbungskohle zu und bringt auf eine Konzentration von 18 bis

20° Beaumé bei 15° C. Alsdann läßt man die Flüssigkeit durch eine Filterpresse gehen und dampft das jetzt gelbliche Glyzerin unter abermaligem Kohlezusatz weiter bis auf etwa 28° Beaumé bei 15° C ein. Es wird wieder filtriert. Das Filtrat ist fast farblos. In manchen Fabriken werden auf 100 Zentner $1^1/_2$ g Säure-Violett HW von Friedrich Bayer in Elberfeld zugesetzt. Man erhält dann meist ein farbloses Glyzerin. Es ist wichtig, den Beaumégehalt bei 15° C zu bestimmen, da die Temperatur beim Ablesen am Aräometer einen großen Einfluß ausübt. So erhöhen je 15° C den Beaumégehalt um 1°, z. B.

bei 125° C = $20^1/_2$° Be.,
bei 110° C = $21^1/_2$° Be.,
bei 95° C = 22° Be.,
bei 80° C = 23° Be.,
bei 65° C = 24° Be. usf.

Die Destillation des Glyzerins führten Wilson und Payne 1855 ein. Danach werden durch Einleiten von Wasserdampf während mehrerer Stunden bei 100—110° die flüchtigen sauren Bestandteile verjagt. Steigert man nun die Temperatur auf ca. 170°, so geht mit den Wasserdämpfen das Glyzerin in die Vorlagen, wo man durch fraktionierte Abkühlung ziemlich wasserarmes Glyzerin erhält. Schreitet dagegen die Erhitzung bis auf ca. 200°, so findet ein Zerfall des Glyzerins statt in Acrolein. Diese Zersetzung gibt sich kund durch das Auftreten unangenehm stechend riechender Dämpfe. Ein ziemlich reines Glyzerin gewinnt man nach dem Verfahren von Krebitz. Derselbe griff die alte Millysche Methode der Kalkverseifung wieder auf. Die Kalkseife wird nach dem Auslaugen des Glyzerins mit Wasser durch Soda in

eine Natronseife umgesetzt. Die Spaltungsunkosten nach dem Krebitzverfahren sollten etwa 0,50 M. pro Zentner betragen. Die Spaltung verläuft fast quantitativ, so daß 10—12 % Glyzerin gewonnen werden.

Das reine Glyzerin stellt eine farblose, dickölige, aber nicht fettige neutrale, geruchlose, süßschmeckende Flüssigkeit dar. Es ist in jedem Verhältnis mischbar mit Wasser, Weingeist und Ätherweingeist. Es ist unlöslich in Äther, Benzin und Chloroform. Mit Wasserdämpfen über 100° ist es flüchtig, aus der Luft zieht es begierig Feuchtigkeit an. Trotzdem verdunstet es langsam, wenn es in dünner Schicht ausgestrichen wird. Außer zur Fabrikation von Dynamit wird es besonders zu kosmetischen Präparaten, Glyzerinseifen, Hautcreme usw. benutzt. Das Arzneibuch für das Deutsche Reich verlangt ein spezifisches Gewicht von 1,224—1,235 entsprechend einem Glyzeringehalt von 90 %. Ein absolut wasserfreies Glyzerin gewinnt man durch Ausfrierenlassen. Schon bei 0° bilden sich kleine Kristalle, welche eine weitergehende Kristallisation in die Wege leiten.

Die quantitative Bestimmung des Glyzerins geschieht nach dem Verfahren von Benedikt und Zsigmondy. Die technischen Methoden bestimmen meist Wasser und Asche und nehmen Glyzerin als Rest an. Der Gehalt an Glyzerin in den Seifensiederunterlaugen läßt sich annähernd berechnen, wenn die Säure- und die Verseifungszahl der verarbeiteten Fette bekannt ist. Man erhält durch Subtraktion der Säurezahl von der Verseifungszahl die Esterzahl. Da nun 3 Moleküle KOH ein Molekül Glyzerin liefern, so berechnet sich die Ausbeute an Glyzerin nach der Formel:

$$168 : 92 = \text{Esterzahl} : x$$
$$3\,KOH : C_3H_8O_3\,.$$

Man bedenke dann, daß die Esterzahl die Milligramme KOH für 1 g Fett angibt.

Die Glyzerinpreise stellen sich zurzeit etwa wie folgt:

Glyzerin, doppelt destilliert, wasserhell und geruchlos, vollkommen chemisch rein, den Vorschriften des Deutschen Arzneibuches entsprechend:

1,260 31° Be. 113 M.
1,190 24° Be. 81 M.

Glyzerin, einfach destilliert, wasserhell und geruchlos:

1,260 31° Be. 109 M.
1,250 30° Be. 104 M.
1,190 24° Be. 77 M.

Glyzerin, kalkfrei für Seifenfabriken, wasserhell:

1,250 30° Be. 101 M.
1,190 24° Be. 75 M.

Glyzerin, raffiniert 1, wasserhell:

1,250 30° Be. 98 M.,
für Gasuhren 1,120 16° Be. 52 M.

Glyzerin, raffiniert 2, gelblich:

1,250 30° Be. 95 M.,
für Gasuhren 1,140 18° Be. 49 M.

Rohglyzerin in Qualität 1: 1,230 28° Be. 90 M.
" " Qualität 2: 1,230 28° Be. 70 M.
" " Qualität 3: 1,230 28° Be. 40 M.

Tabelle von Lenz, angebend die spezifischen Gewichte der Mischungen von Glyzerin mit Wasser.

% Glyzerin	Spez. Gewicht	% Glyzerin	Spez. Gewicht	% Glyzerin	Spez. Gewicht	% Glyzerin	Spez. Gewicht
100	1,269	75	1,201	50	1,132	25	1,063
99	1,266	74	1,199	49	1,129	24	1,060
98	1,263	73	1,197	48	1,126	23	1,058
97	1,261	72	1,194	47	1,123	22	1 055
96	1,258	71	1,191	46	1,121	21	1,052
95	1,255	70	1,188	45	1,118	20	1,049
94	1,253	69	1,185	44	1,115	19	1,047
93	1,250	68	1,182	43	1,112	18	1,044
92	1,247	67	1,179	42	1,110	17	1,042
91	1,245	66	1,176	41	1,107	16	1,039
90	1,242	65	1,173	40	1,104	15	1,037
89	1,239	64	1,170	39	1,101	14	1,034
88	1,237	63	1,167	38	1,098	13	1,032
87	1,234	62	1,164	37	1,096	12	1,029
86	1,231	61	1,161	36	1,093	11	1,027
85	1,229	60	1,158	35	1,090	10	1,024
84	1,226	59	1,155	34	1,088	9	1,022
83	1,223	58	1,153	33	1,085	8	1,019
82	1,221	57	1,150	32	1,082	7	1,017
81	1,218	56	1,148	31	1,079	6	1,014
80	1,215	55	1,145	30	1,077	5	1,012
79	1,212	54	1,143	29	1,074	4	1,009
78	1,210	53	1,140	28	1,071	3	1,007
77	1,207	52	1,137	27	1,068	2	1,004
76	1,204	51	1,134	26	1,066	1	1,002

Ätherische Öle, Riech- und Farbstoffe, sowie sonstige Hilfsstoffe.

Die überwiegende Mehrzahl der ätherischen Öle kommt im Pflanzenreich fertig gebildet vor. Sie unterscheiden sich von den fetten Ölen dadurch, daß sie auf Papier einen Flecken geben, der allmählich wieder verschwindet. Sie sind also flüchtig und verdunsten an der Luft. Ihr Siedepunkt liegt aber meist über 100° C. In Wasser sind sie in Spuren löslich, erteilen ihm daher Geruch und Geschmack. Einige, wie z. B. das Kajeputtöl und das Bergamottöl, sind durch Chlorophyll grün gefärbt. Sie enthalten meist einen flüssig bleibenden Teil, das Eläopten, und einen leicht fest werdenden, das Stearopten. Chemisch bestehen sie entweder nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff von der Zusammensetzung $C_{10}H_{16}$ oder aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff von der Formel $C_{10}H_{16}O$. Erstere werden Terpene genannt. Zu diesen gehören das Terpentinöl, das Wacholderöl, das Pomeranzenschalenöl, das Bergamottöl und das Zitronenöl. In ihrem chemischen Verhalten zeigen die ätherischen Öle große Übereinstimmung, ausgeprägte Unterschiede dagegen in physikalischer Hinsicht. So drehen einige die Ebene des polarisierten Lichtes nach rechts, andere nach links, wieder andere sind optisch inaktiv. Sie sind meist leichter als Wasser, nur wenige, wie das Zimt- und Nelkenöl, sinken unter. Frisch destilliert sind sie in der Regel ungefärbt, werden aber allmählich gelb bis braun. Bei längerer Aufbewahrung werden sie dick, verlieren ihren Geruch und lassen dafür den des Terpentinöles hervortreten. Bei diesem Vorgang entwickelt sich Ozon. Man sagt, die Öle verharzen. An

dem gebleichten Korkstöpsel kann man diese Ozonentwicklung unschwer erkennen.

Die sauerstoffhaltigen Öle enthalten überwiegend Stearopten. Der Hauptvertreter ist der Kampfer, welchem lediglich diese Zusammensetzung zukommt. Hierhin gehören auch das Anisöl, dessen riechender Bestandteil das Anethol ist, das Pfefferminzöl, welches Menthol, und das Nelkenöl, welches Eugenol enthält. Verschieden zusammengesetzt sind das Zimtöl mit seinem Zimtaldehyd, das Thymianöl mit dem Thymol und das Gaultheria- oder Wintergreenöl, welches Salizylsäuremethyläther enthält.

Die Darstellung der ätherischen Öle geschieht entweder durch Enfleurage oder Extraktion oder Destillation. Auch durch direktes Auspressen der Zitronen, Pomeranzen und Bergamotten erhält man das ätherische Öl derselben. Bei der Enfleurage, welche heute noch besonders an der Riviera zur Darstellung des natürlichen Veilchenparfüms gebräuchlich ist, werden die zerpflückten Pflanzenteile auf in dünner Schicht ausgestrichenes Fett gelegt. Das Fett nimmt alsdann den Geruch an. Es wird entweder als solches unter dem Namen „Pomades“ in den Handel gebracht, oder es wird ihm durch Extraktion mit Spiritus das ätherische Öl entzogen. Das Lösungsmittel wird dann bei möglichst niederer Temperatur abdestilliert. Das ätherische Öl bleibt zurück. Bei weniger zarten Gerüchen digeriert man auch die zerkleinerten Pflanzenteile mit Öl oder Fett von 60—70°.

Bei der Extraktionsmethode wird den Pflanzen das Öl direkt durch ein Lösungsmittel entzogen. Als solche benutzt man Spiritus, Äther und neuerdings auch Methylchlorid. Wohl aber die meisten ätherischen Öle werden durch Destillation mit gespannten Wasserdämpfen her-

gestellt. Die Vorlagen bestehen aus den sog. Florentiner Flaschen. Um die Abscheidung der Öle in diesen aus dem Wasser zu erhöhen, setzt man Kochsalz zu.

Zwei ätherische Öle befinden sich in den Pflanzen in einem gewissen Ruhezustand und entwickeln sich erst beim Anrühren mit Wasser. Diese sind das Bittermandelöl und das Senföl. Das Bittermandelöl, Benzaldehydzyanwasserstoff, entsteht beim Anrühren von bitteren Mandeln mit Wasser durch Einwirkung des Fermentes Emulsin auf das Glykosid Amygdalin. Unter dem Einfluß des Emulsins findet ein Zerfall des Amygdalins statt in Glykose und Bittermandelöl. Dies Bittermandelöl ist aber, weil blausäurehaltig, stark giftig. Durch Zusatz von Ätzkalk fällt man den Zyanwasserstoff als unlösliches Kalziumzyanid aus und destilliert das Bittermandelöl, den Benzaldehyd, ab. Als Ersatz des Bittermandelöles dient der künstlich hergestellte Benzaldehyd und das Nitrobenzol oder Mirbanöl. Jener wird gewonnen durch Chlorierung von Toluol. Das sich bildende Benzalchlorid liefert bei der Behandlung mit Wasser Chlorwasserstoff und Benzaldehyd. Es stellt eine farblose Flüssigkeit dar, welche bei etwa 10 °C zu Kristallen erstarrt. Das Mirbanöl ist eine leicht bewegliche Flüssigkeit von gelber Farbe und ausgeprägtem Bittermandelölgeruch. Zur Darstellung dieser Verbindung behandelt man Anilin mit starker Salpetersäure unter Zusatz von Schwefelsäure. Das sich abscheidende Nitrobenzol wird im Scheidetrichter getrennt und der Destillation unterworfen. Sehr gebräuchliche im Pflanzenreich noch vorkommende Riechstoffe sind das Vanillin und das Kumarin. Das Vanillin, glänzende, weiße Nadeln, verleiht den Schoten der Vanille, einer tropischen Orchidee, den eigenartigen Geruch. Chemisch stellt es den Monomethyläther des Protokatechualdehyds

dar. Die künstliche Herstellung geschieht entweder aus dem Eugenol des Nelkenöls durch Oxydation mit übermangansaurem Kali oder dem Coniferin, einem Glykosid, welches im Kambialsaft der Koniferen gelöst vorkommt. Beim Kochen mit Wasser zerfällt das Coniferin in Traubenzucker und Coniferylalkohol, welcher durch Behandlung mit Kaliumdichromat in Vanillin und Aldehyd gespalten wird.

Kumarin erhält man durch Ausziehen der Tonkabohnen mit Alkohol. Nach dem Abdestillieren des Lösungsmittels und Umkristallisieren des Rückstandes erhält man farblose, glänzende Prismen. Auch im Waldmeister, einigen Kleearten und im Heu ist Kumarin enthalten. Die künstliche Darstellung geschieht aus Salizylaldehyd mit Essigsäureanhydrid und essigsaurem Natrium.

Zu den im Tierreiche vorkommenden Riechstoffen gehören Ambra, Kastoreum, Moschus und Zibet.

Ambra sind die Darmsteine des Pottwals. Sie stellen eine graubraune, nach Moschus riechende Masse dar, welche weniger zum Parfümieren selbst, denn als Duftträger dient. Der wichtigste chemische Bestandteil ist das Ambrain, ein dem Cholesterin verwandter Körper.

Kastoreum, Bibergeil, ist der im Rauche getrocknete, ursprünglich flüssige Inhalt zweier Beutel des Bibers. Die Beutel, welche sich sowohl beim männlichen wie beim weiblichen Tiere vorfinden, stehen mit dem Geschlechtsapparat in Verbindung. Der beste Bibergeil kommt aus Sibirien und Amerika. Der chemische Bestandteil steht dem Ambrain nahe. In gepulvertem Zustand sieht Kastoreum hellbraun aus.

Moschus bildet den Inhalt der Moschusbeutel. Das Moschustier sieht einem kleinen Reh nicht unähnlich, hat aber keinen Stirnschmuck. Es ist heimisch in den

gebirgigen Gegenden Mittelasiens. Am Bauche zwischen Nabel und Rute trägt es eine erweiterte Drüse, in welcher sich die Moschussubstanz befindet. Die Beutel kommen in ganzem Zustande in den Handel und sind vielen Verfälschungen, besonders durch Beschwerungsmittel, unterworfen. Der Moschus selbst stellt eine weiche Masse dar von durchdringendem eigentümlichen Geruch und schwarzbrauner Farbe. Moschus besitzt keine einheitliche chemische Zusammensetzung. Künstlich wird er erhalten durch Nitrieren von tertiärem Butyltoluol. Dieser künstliche Moschus bildet gelbe Nadeln.

Zibet liefert die Zibetkatze, welche im Innern Afrikas gezüchtet wird. Zwischen After und Schambein sondert das Tier in einer sackartigen Vertiefung eine frisch hellgelbe, weiche Masse ab, welche beim Trocknen bräunlich und fest wird. Die Masse wird von dem Tier entweder freiwillig ausgestoßen oder mit einem Spatel herausgekratzt. Unverdünnt riecht Zibet widerlich urinös.

Zu den künstlich dargestellten Riechstoffen gehören in erster Linie die Fruchtäther. Chemisch stellen dieselben Ester der niederen Fettsäuren dar. So ist

Essigäther der Essigsäureäthylester,
Birnenäther der Essigsäureamylester,
Ananasäther der Buttersäureäthylester,
Äpfeläther der Isovaleriansäureisoamylester.

Himbeeräther ist ein Gemisch verschiedener derartiger Ester.

Es sind leicht bewegliche farblose Flüssigkeiten von angenehm erfrischendem Geruch und Geschmack.

An dieser Stelle sei auch das Heliotropin (Piperonal) erwähnt, der Methylenäther des Protokatechualdehyds. Zwecks Darstellung geht man von dem Safrol, dem Haupt-

bestandteil des Kampferöles, aus. Es bildet farblose Kristalle, welche ausgeprägt nach Heliotrop riechen.

Farbstoffe.

Das Färben der Seife geschieht entweder durch Farbstoffe, welche dem Pflanzen-, bzw. Tierreiche entstammen, oder durch Mineralfarben, oder durch künstlich dargestellte Teerfarbstoffe. Die natürlich vorkommenden wie Krapp, Kurkuma, Koschenille, Lackmus, Chlorophyll, Kampescheholz, Indigo werden nur noch wenig benutzt. Höchstens, daß gelegentlich Chlorophyll oder Indigo Verwendung findet zum Färben von Schmierseifen. Einige spielen als Indikatoren in der Maßanalyse eine nicht unwesentliche Rolle. In größerem Umfange werden die Mineralfarben benutzt und am meisten die Teerfarbstoffe.

A. Farbstoffe des Pflanzen- und Tierreiches.

Kurkuma. Die gelben, geringelten Wurzeln von Curcuma longa kommen entweder im ganzen Zustand oder gepulvert in den Handel. Der gelbe Farbstoff, das Curcumin, wird von Alkohol gelöst. Die alkalische Lösung ist braunrot.

Krapp. Seit der künstlichen Darstellung des Alizarins im Jahre 1869 aus dem Anthracen, welches im „Grünöl“ des Steinkohlenteers vorkommt, ist der Krappbau, welcher besonders in Frankreich heimisch ist, sehr zurückgegangen. Die Krappwurzel, Rubia tinctorum, enthält ein Glykosid, die Rubierythrinsäure, welche beim Behandeln mit Wasser Glykose und Alizarin liefert. Mit Metalloxyden bilden sich die sogenannten Krapplacke, deren Tonerde- und Zinnverbindungen eine rote, deren Eisenverbindungen eine violette Farbe besitzen. Heute wird Krapp selbst nur noch in der Wollfärberei benutzt.

Kampescheholz. Das Holz von Haematoxylon Campechianum, einheimisch in Mittelamerika, liefert das Hämatoxylin. Das Holz kommt geraspelt oder geschnitten in den Handel. Mit Kupfer- und Chromsalzen erhält man schwarze Farben.

Chlorophyll. Blattgrün findet sich in Form von mikroskopisch kleinen Körnchen in allen grünen Pflanzenteilen und wird durch Ausziehen mit Alkohol oder Öl gewonnen. Die alkoholische Lösung zeichnet sich durch große Fluoreszenz aus.

Indigo. Schon im grauen Altertum war Indigo bekannt. Die Kultur wurde besonders in China und Indien betrieben. Bei uns gewinnt man Indigo von dem Färberwaid, Isatis tinctoria. Das in diesen Pflanzen enthaltene Glykosid, Indican, geht durch Gärung in Indigo über. Die ausgegorene Masse wird längere Zeit gekocht, um sie in fester Form in den Handel zu bringen. Die tiefdunkelblauen Stücke müssen vor dem Gebrauch mit rauchender Schwefelsäure fein zerrieben und danach mit Soda neutralisiert werden.

Lackmus. Gewisse Flechten, vor allem die Lecanoraarten, liefern uns den Lackmusfarbstoff. Die Flechten werden zerkleinert, mit Soda gemischt und mit Harn besprengt der Gärung überlassen. Die Masse nimmt eine blaue Farbe an. Durch Zusatz von Kreide und Gips preßt man kleine Stückchen, welche so in den Handel gelangen. Man benutzt Lackmuspapier und Lackmustinktur zum Nachweis von Säuren oder Basen. Lackmustinktur wird dargestellt durch Übergießen von 100 g zerkleinertem Lackmus mit 600 g Wasser. Nach etwa sechstägigem Stehen, während welcher Zeit man öfters umschüttelt, filtriert man ab. Durch vorsichtigen Zusatz von Phosphorsäure stellt man sich die rote Lackmustinktur her.

Tränkt man Fließpapier mit Lackmustinktur und trocknet, so erhält man entweder das rote oder das blaue Lackmuspapier.

Koschenille. Die getrockneten Weibchen der Schildlaus Cocus Cacti, welche in Mexiko gezüchtet werden, liefern die sogenannte Koschenille. Die flügellosen Weibchen werden durch heiße Wasserdämpfe getötet und darauf getrocknet. Der Farbstoff der Koschenille ist das Karmin. Eine spirituöse Lösung wendet man bei der Titration von Ammoniak an. Dieselbe wird durch das Alkali violett und durch Säuren gelb gefärbt.

Karamel. Erhitzt man Zucker so weit, daß derselbe anbrennt, so erhält man eine Masse, welche sich in Wasser mit dunkelbrauner Farbe löst. Diese Lösung schmeckt nicht mehr süß. Mit Wasser stark verdünnt, erhält man eine dem Kognak ähnliche Farbe.

B. Mineralfarben.

Hierher gehören besonders Eisenoxyd, Ultramarin, Frankfurter- oder Beinschwarz, Umbra, Zinnober, Talkum und Schwefelkadmium.

Eisenoxyd. Unter den Namen Totenkopf, Kolkothar, Caput mortuum kommt der rote Rückstand, welcher sich bei der Bereitung der Nordhäuser Schwefelsäure ergibt und aus Eisenoxyd besteht, in den Handel. Der rote Bolus besteht in der Hauptsache aus Aluminiumsilikat, vermengt mit Eisenoxyd, welches ihm auch die Farbe erteilt.

Talkum. In den Handel gelangt Talkum als ein schweres, weißes Pulver, welches sich fettig anfühlt. In Wasser, Säuren und Alkalien ist es unlöslich. Es ist unreines Magnesiumsilikat.

Zinnober. Die natürlich vorkommende Schwefelverbindung des Quecksilbers sieht rot aus und ist, da in

Säuren nicht löslich, ungiftig. Es ist ein schweres, feines Pulver.

Frankfurter- oder Beinschwarz. Durch Verkohlen von Weinhefe gewinnt man die beste Sorte, durch Anwendung von Weintrestern und Vermischen mit Holzkohle geringere Ware. Beinschwarz, Knochenkohle, Spodium erhält man durch Verkohlen entfetteter Knochen.

Schwefelkadmium. Leitet man in eine mit Chlorwasserstoff angesäuerte Kadmiumlösung Schwefelwasserstoff ein, so erhält man einen schönen gelben Niederschlag, der sorgfältig mit Wasser ausgewaschen und dann getrocknet wird.

Ultramarin. Erhitzt man Ton, Soda, Kohle und Schwefel zusammen in einem Tiegel, so erhält man das sogenannte Ultramaringrün, welches durch abermaligen Zusatz von Schwefel und Glühen unter Luftzutritt die blaue Modifikation gibt.

Umbra (Terra de Siena), eine braune Erdfarbe, ist ein Gemisch von Ton mit Eisenhydroxyd, welches bisweilen zum Färben von kaltgerührter Toiletteseife benutzt wird.

C. Teerfarbstoffe.

Als Ausgangsmaterial dient das Benzol und weiterhin das toluidinhaltige Anilin. Die Anfänge dieser Wissenschaft reichen bis auf das Jahr 1832 zurück. In diesem Jahre erhielt von Reichenbach beim Behandeln von Buchholzkreosot mit Barytwasser einen blauen Farbstoff, eine Beobachtung, welche 1834 auch Runge machte. Durch Erhitzen von Anilin mit Äthylenchlorid stellte Natanson einen prächtig roten Farbstoff dar, und wenn auch der älteste künstliche Farbstoff, Korallin oder Rosolsäure genannt, schon von Runge entdeckt wurde, so gaben doch

erst die Arbeiten von A. W. von Hoffmann über das Benzol und seine Derivate den Anstoß zu einer gedeihlichen wissenschaftlichen und industriellen Entwicklung. Vor allem wies Hoffmann nach, daß das im Anilin enthaltene Toluidin der Überträger für die Farbstoffbildung sei. Schon im Jahre 1845 hatte Hoffmann zusammen mit Muspratt das Toluidin aus Tolubalsam dargestellt. Im Jahre 1856 stellte Perkin, ein Schüler Hoffmanns, einen blauen Farbstoff dar durch Oxydation des Anilins mit Chromsäure. Er gab demselben wegen der den blauen Malvenblüten ähnlichen Farbe den Namen Mauvein. Verguin, ein französischer Professor, erhitzte toluidinhaltiges Anilin mit wasserfreiem Zinnchlorid und gelangte zum Fuchsin. Im Jahre 1859 nahm „Rénard frère" in Lyon auf dies Verfahren das erste französische Fuchsinpatent.

Die Fabrikation der Anilinfarbstoffe hat einen ungeahnten Aufschwung genommen, an der Spitze der fabrizierenden Länder steht Deutschland.

Für die färbende Eigenschaft eines Körpers ist eine ganz bestimmte Atomgruppe maßgebend, welche allgemein als die „Chromophore-Gruppe" bezeichnet wird. Nietzki versteht unter Farbstoffen solche Körper, welche außer ihrer eigenen Farbe auch noch die Fähigkeit besitzen, andere Stoffe zu färben. Diese Eigenschaft setzt einen Körper voraus, welcher entweder basischen oder sauren Charakter besitzt. So ist z. B. sämtlichen Nitrofarbstoffen die Gruppe NO_2 eigen. Den Azofarbstoffen: $N = N$, den Azoxyfarbstoffen: $N = NO$ usw.

Je nach der Art der Verwendung benutzt man wasserlösliche, spirituslösliche oder fettlösliche Anilinfarben. Eine systematische und zugleich übersichtliche Einteilung der Farbstoffe ist bei der außerordentlich großen Zahl sehr schwer. Erwähnt seien hier:

1. Benzolfarbstoffe. Durch Einwirkung von Anilin auf Toluidin erhält man Rosanilin mit wechselnden Mengen von Pararosanilin. Das salzsaure Salz ist das rote Fuchsin. Aus den Rückständen der Fuchsinbereitung stellt man das Chrysanilin dar, welches uns gelbe Farben liefert.

Durch Einführung von Alkyl- oder Phenylresten in das Rosanilin erhält man violette und blaue Farbstoffe. Die Einwirkung von Jodmethyl führt zu grünen Nuancen.

2. Phenolfarbstoffe. Hierher gehören Rosolsäure und Pikrinsäure. Rosolsäure oder Korallin genannt, wird dargestellt aus Phenol mit Schwefelsäure und Oxalsäure. Sie bildet braunrote amorphe Masse, unlöslich in Wasser. Die alkoholische Lösung 1 auf 100 wird in der Maßanalyse als Indikator benutzt.

Behandelt man Phenol mit starker Salpetersäure, so erhält man ein Trinitrophenol, die Pikrinsäure. Es sind gelbe, glänzende, in Wasser lösliche Blättchen von außerordentlicher Färbkraft.

3. Azofarbstoffe. Man erhält dieselben durch Reduktion der Nitrokörper in alkalischer Lösung; durch naszierenden Wasserstoff gelangt man zu den Hydrazoverbindungen. Das Natriumsalz der Sulfosäure des Amidoazobenzols ist das Anilingelb, das salzsaure Salz des Triamidoazobenzols das Bismarckbraun. Das Natriumsalz der Monosulfosäure des Dimethylamidoazobenzols ist das als Indikator für Karbonate benutzte Methylorange. Das Dimethylamidoazobenzol selbst wird ebenfalls wie Methylorange als Indikator verwandt.

4. Phthalein. Durch Einwirkung von Phenol auf Phthalsäureanhydrid erhält man das Phenolphthalein, ein weißes Pulver, welches in Alkohol klar löslich ist. Diese Lösung wird als Indikator gebraucht in der Alkalimetrie. Das Kaliumsalz ist rot gefärbt.

Durch Vereinigung mit Resorzin erhält man das Fluoreszein, welches bromiert das Tetrabromfluoreszein, auch Eosin genannt, liefert. Das Kaliumsalz löst sich mit schön rosaroter Farbe in Wasser auf.

5. Naphthalin und Anthrazenfarbstoffe. Naphthalin setzt sich als braunschwarze Masse in den Retortenhälsen bei der Leuchtgasfabrikation ab. Aus Äther umkristallisiert, bildet es glänzende Blättchen von eigenartigem Geruch. Farbstoffderivate sind hier das Kongorot, Ponceaurot und Sudanrot. Zu den Anthrazenfarbstoffen rechnet man das Alizarin, Alizarinblau und Alizarinorange.

Sonstige Hilfsstoffe.

Zucker, Stärke, Dextrin, Pflanzenschleime. Diese Körper gehören zu den Kohlehydraten, welche chemisch sich zusammensetzen aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Die beiden letzteren Elemente in einem Verhältnis von 2:1. Bei Zucker unterscheidet man Traubenzucker (Formel $C_6H_{12}O_6$) und Rohrzucker ($C_{12}H_{22}O_{11}$). Traubenzucker findet sich in allen süßen Früchten und wird künstlich dargestellt durch Behandeln des Rohrzuckers mit Säuren oder Fermenten, den so erhaltenen Zucker nennt man Invertzucker. Traubenzucker reduziert direkt Fehlingsche Lösung. Den Rohrzucker erhält man bei uns aus den Zuckerrüben. Dieselben werden ausgepreßt, der Saft mit Ätzkalk versetzt, mit Kohle geklärt und das gebildete Kalziumsacharat durch Kohlensäure zerlegt. Kohlensaurer Kalk scheidet sich ab, und die Zuckerlösung wird durch Abdampfen auf eine bestimmte Konzentration gebracht. Beim Einfüllen in die Hutform kristallisiert der Zucker aus. Fehlingsche Lösung wird nicht reduziert.

Stärke ($C_6H_{10}O_5$). In der Seifenfabrikation ver-

wendet man besonders zum Füllen der Schmierseifen das Kartoffelmehl. Dasselbe ist nicht reine Stärke, sondern enthält auch noch Eiweißstoffe. Unter dem Mikroskop betrachtet, bildet Stärke kleine Körnchen mit charakteristischer Schichtung. Stärke wird durch Jod blau gefärbt.

Dextrin. Dextrin ist ein Umwandlungsprodukt der Stärke, hergestellt durch Erhitzen der Stärke für sich oder mit stark verdünnter Salpetersäure bis zum Verschwinden der Blaufärbung mit Jod. Weißes oder gelbliches Pulver.

Pflanzenschleime. Zu diesen gehören Karragheenmoos und Isländischmoos. Ein Aufguß derselben wird bisweilen zum Füllen von Schmierseifen verwandt.

Kaseineiweiß. Läßt man abgerahmte Milch sauer werden, oder setzt man Säure der Milch zu, so scheidet sich das Kasein in koaguliertem Zustande aus. Getrocknet und zerrieben ist es ein weißes Pulver, welches saure Eigenschaften besitzt und mit Alkalien daher Salze bildet. Es dient zur Bindung des freien Alkalis in den Seifen.

Namenregister.

Sachregister.

Sammlung Göschen Je in elegantem Leinwandband **80 Pf.**

G. J. Göschen'sche Verlagshandlung, Leipzig.

A. Verzeichnis nach den Stichworten.

Ackerbau- u. Pflanzenbaulehre von Dr. Paul Rippert in Berlin u. Ernst Langenbeck in Bochum. Nr. 232.

Agrikulturchemie. I: Pflanzenernährung v. Dr. Karl Grauer. Nr. 329.

Agrikulturchemische Kontrollwesen, Das, von Dr. Paul Krische in Göttingen. Nr. 304.

Akustik. Theoret. Physik I. Teil: Mechanik u. Akustik. Von Dr. Gust. Jäger, Prof. an der Univers. Wien. Mit 19 Abbild. Nr. 76.

— **Musikalische,** v. Dr. Karl L. Schäfer, Dozent an der Univers. Berlin. Mit 35 Abbild. Nr. 21.

Algebra. Arithmetik u. Algebra v. Dr. H. Schubert, Prof. a. d. Gelehrtenschule d. Johanneums in Hamburg. Nr. 47.

Alpen, Die, von Dr. Rob. Sieger, Prof. an der Universität und an der Exportakademie des k. k. Handelsmuseums in Wien. Mit 19 Abbild. u. 1 Karte. Nr. 129.

Altertümer, Die deutschen, v. Dr. Franz Fuhse, Direktor d. städt. Museums in Braunschweig. Mit 70 Abb. Nr. 124.

Altertumskunde, Griechische, von Prof. Dr. Rich. Maisch, neubearb. von Rektor Dr. Franz Pohlhammer. Mit 9 Vollbildern. Nr. 16.

— **Römische,** von Dr. Leo Bloch in Wien. Mit 8 Vollb. Nr. 45.

Analyse, Techn.-Chem., von Dr. G. Lunge, Prof. a. d. Eidgen. Polytechn. Schule i. Zürich. Mit 16 Abb. Nr. 195.

Analysis, Höhere, I: Differentialrechnung. Von Dr. Frdr. Junker, Prof. am Karlsgymnasium in Stuttgart Mit 68 Fig. Nr. 87.

— — Repetitorium und Aufgabensammlung z. Differentialrechnung v. Dr. Friedr. Junker, Prof. am Karlsgymnasium in Stuttgart. Mit 46 Fig. Nr. 146.

— — **II:** Integralrechnung. Von Dr. Friedr. Junker, Prof. am Karlsgymnasium i. Stuttgart. M. 89 Fig. Nr. 88.

Analysis, Höhere, Repetitorium und Aufgabensammlung zur Integralrechnung von Dr. Friedr. Junker, Prof. am Karlsgymnasium in Stuttgart. Mit 50 Fig. Nr. 147.

— **Niedere,** von Prof. Dr. Benedikt Sporer in Ehingen. Mit 5 Fig. Nr. 53.

Arbeiterfrage, Die gewerbliche, von Werner Sombart, Prof an der Univ. Breslau. Nr. 209.

Arbeiterversicherung, Die, v. Prof. Dr. Alfred Manes in Berlin. Nr. 267.

Arithmetik und Algebra von Dr. Herm. Schubert, Prof. an der Gelehrtenschule des Johanneums in Hamburg. Nr. 47.

— — Beispielsammlung zur Arithmetik u. Algebra v. Dr. Hermann Schubert, Prof. an der Gelehrtenschule des Johanneums in Hamburg. Nr. 48.

Ästhetik, Allgemeine, von Prof. Dr. Max Diez, Lehrer an d. Kgl. Akademie der bildenden Künste in Stuttgart. Nr. 300.

Astronomie. Größe, Bewegung und Entfernung der Himmelskörper von A. F. Möbius, neu bearb. v. Dr. W. F. Wislicenus, Prof. a. d. Univers. Straßburg. Mit 36 Abb. u. 1 Sternk. Nr. 11.

Astrophysik. Die Beschaffenheit der Himmelskörper von Dr. Walter F. Wislicenus, Prof. an der Universität Straßburg. Mit 11 Abbild. Nr. 91.

Aufgabensammlg. z. Analyt. Geometrie d. Ebene v. O. Th. Bürklen, Prof. am Realgymnasium in Schw.-Gmünd. Mit 32 Figuren. Nr. 256.

— — **d. Raumes** von O. Th. Bürklen, Prof. am Realgymnasium in Schw.-Gmünd. Mit 8 Fig. Nr. 309.

— **Physikalische,** v. G. Mahler, Prof. der Mathem. u. Physik am Gymnas. in Ulm. Mit d. Resultaten. Nr. 243.

Aufsatzentwürfe von Oberstudienrat Dr. L. W. Straub, Rektor des Eberhard-Ludwigs-Gymnasiums in Stuttgart. Nr. 17.

Ausgleichungsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate von Wilh. Weitbrecht, Prof. der Geodäsie in Stuttgart. Mit 15 Figuren und 2 Tafeln. Nr 302.

Baukunst, Die, des Abendlandes von Dr. K. Schäfer, Assistent am Gewerbemuseum in Bremen. Mit 22 Abbild. Nr. 74.

Betriebskraft, Die zweckmäßigste, von Friedrich Barth, Oberingenieur in Nürnberg. 1. Teil: Die mit Dampf betriebenen Motoren nebst 22 Tabellen über ihre Anschaffungs- und Betriebskosten. Mit 14 Abbild. Nr. 224.

— — 2. Teil: Verschiedene Motoren nebst 22 Tabellen über ihre Anschaffungs- und Betriebskosten. Mit 29 Abbild. Nr. 225.

Bewegungsspiele von Dr. E. Kohlrausch, Prof. am Kgl. Kaiser Wilhelms-Gymnasium zu Hannover. Mit 14 Abbild. Nr. 96.

Biologie der Pflanzen von Dr. W. Migula, Prof. an der Forstakademie Eisenach. Mit 50 Abbild. Nr. 127.

Biologie der Tiere, Abriß der, von Dr. Heinr. Simroth, Prof. an der Universität Leipzig. Nr. 131.

Bleicherei. Textil-Industrie III: Wäscherei, Bleicherei, Färberei und ihre Hilfsstoffe von Wilhelm Massot, Lehrer an der Preuß. höh. Fachschule f. Textilindustrie in Krefeld. Mit 28 Fig. Nr. 186.

Brauereiwesen I: Mälzerei von Dr. Paul Dreverhoff, Direktor d. Brauer- u. Mälzerschule zu Grimma. Mit 16 Abbild. Nr. 303.

Buchführung in einfachen und doppelten Posten von Rob. Stern, Oberlehrer der Öffentl. Handelslehranst. u. Doz. d. Handelshochschule z. Leipzig. Mit vielen Formularen. Nr. 115.

Buddha von Prof. Dr. Edmund Hardy. Nr. 174.

Burgenkunde, Abriß der, von Hofrat Dr. Otto Piper in München. Mit 30 Abbild. Nr. 119.

Chemie, Allgemeine und physikalische, von Dr. Max Rudolphi, Prof. a. d. Techn. Hochschule in Darmstadt. Mit 22 Fig. Nr. 71.

— **Analytische,** von Dr. Johannes Hoppe. I: Theorie und Gang der Analyse. Nr. 247.

— — II: Reaktion der Metalloide und Metalle. Nr. 248.

— **Anorganische,** von Dr. Jos. Klein in Mannheim. Nr. 37.

— — siehe auch: Metalle. — Metalloide.

Chemie, Geschichte der, von Dr. Hugo Bauer, Assistent am chem. Laboratorium der Kgl. Technischen Hochschule Stuttgart. I: Von den ältesten Zeiten bis zur Verbrennungstheorie von Lavoisier. Nr. 264.

— II: Von Lavoisier bis zur Gegenwart. Nr. 265.

— **der Kohlenstoffverbindungen** von Dr. Hugo Bauer, Assistent am chem. Laboratorium der Kgl. Techn. Hochschule Stuttgart. I. II: Aliphatische Verbindungen. 2 Teile. Nr. 191. 192.

— — III: Karbocyklische Verbindungen. Nr. 193.

— — IV: Heterocyklische Verbindungen. Nr. 194.

— **Organische,** von Dr. Jos. Klein in Mannheim. Nr. 38.

— **Physiologische,** von Dr. med. A. Legahn in Berlin. I: Assimilation. Mit 2 Tafeln. Nr. 240.

— — II: Dissimilation. Mit einer Tafel. Nr. 241.

Chemisch-Technische Analyse von Dr. G. Lunge, Prof. an der Eidgenöss. Polytechn. Schule in Zürich. Mit 16 Abbild. Nr. 195.

Dampfkessel, Die. Kurzgefaßtes Lehrbuch mit Beispielen für das Selbststudium u. d. praktischen Gebrauch von Friedrich Barth, Oberingenieur in Nürnberg. Mit 67 Fig. Nr. 9.

Dampfmaschine, Die. Kurzgefaßtes Lehrbuch m. Beispielen für das Selbststudium und den prakt. Gebrauch von Friedrich Barth, Oberingenieur in Nürnberg. Mit 48 Fig. Nr. 8.

Dampfturbinen, Die, ihre Wirkungsweise und Konstruktion von Ingenieur Hermann Wilda in Bremen. Mit 89 Abbild. Nr. 274.

Dichtungen a. mittelhochdeutscher Frühzeit. In Auswahl m. Einltg. u. Wörterb. herausgegeb. v. Dr. Herm. Jantzen, Direktor der Königin Luise-Schule in Königsberg i. Pr. Nr. 137.

Dietrichepen. Kudrun u. Dietrichepen. Mit Einleitung und Wörterbuch von Dr. O. L. Jiriczek, Prof. an der Univers. Münster. Nr. 10.

Differentialrechnung von Dr. Frdr. Junker, Prof. a. Karlsgymnasium in Stuttgart. Mit 68 Fig. Nr. 87.

— Repetitorium u. Aufgabensammlung z. Differentialrechnung von Dr. Frdr. Junker, Prof. am Karlsgymnasium in Stuttgart. Mit 46 Fig. Nr. 146.

Eddalieder mit Grammatik, Übersetzung und Erläuterungen von Dr. Wilhelm Ranisch, Gymnasial-Oberlehrer in Osnabrück. Nr. 171.

Eisenhüttenkunde von A. Krauß, dipl. Hütteningen. I. Teil: Das Roheisen. Mit 17 Fig. u. 4 Tafeln. Nr. 152.

— II. Teil: Das Schmiedeisen. Mit 25 Figuren und 5 Tafeln. Nr. 153.

Eisenkonstruktionen im Hochbau von Ingenieur Karl Schindler in Meißen. Nr. 322.

Elektrizität. Theoret. Physik III. Teil: Elektrizität u. Magnetismus. Von Dr. Gust. Jäger, Prof. a. d. Univers. Wien. Mit 33 Abbildgn. Nr. 78.

Elektrochemie von Dr. Heinr. Danneel, Privatdozent in Breslau. I. Teil: Theoretische Elektrochemie und ihre physikalisch-chemischen Grundlagen. Mit 18 Fig. Nr. 252.

Elektrotechnik. Einführung in die moderne Gleich- und Wechselstromtechnik von J. Herrmann, Professor der Elektrotechnik an der Kgl. Techn. Hochschule Stuttgart. I: Die physikalischen Grundlagen M. 47 Fig. Nr. 196.

— — II: Die Gleichstromtechnik. Mit 74 Fig. Nr. 197.

— — III: Die Wechselstromtechnik. Mit 109 Fig. Nr. 198.

Epigonen, Die, des höfischen Epos. Auswahl aus deutschen Dichtungen des 13. Jahrhunderts von Dr. Viktor Junk, Aktuarius der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien. Nr. 289.

Erdmagnetismus, Erdstrom, Polarlicht von Dr. A. Nippoldt jr., Mitglied des Königl. Preußischen Meteorologischen Instituts zu Potsdam. Mit 14 Abbild. und 3 Taf. Nr. 175.

Ethik von Professor Dr. Thomas Achelis in Bremen. Nr. 90.

Exkursionsflora von Deutschland zum Bestimmen der häufigeren in Deutschland wildwachsenden Pflanzen von Dr. W. Migula, Professor an der Forstakademie Eisenach. 1. Teil. Mit 50 Abbild. Nr. 268.

— — 2. Teil. Mit 50 Abbild. Nr. 269.

Explosivstoffe. Einführung in die Chemie der explosiven Vorgänge von Dr. H. Brunswig in Neubabelsberg. Mit 6 Abbildungen. Nr. 333

Familienrecht. Recht des Bürgerlichen Gesetzbuches. Viertes Buch: Familienrecht von Dr Heinrich Titze, Prof. a. d. Univ. Göttingen. Nr. 305.

Färberei. Textil-Industrie III: Wäscherei, Bleicherei, Färberei u. ihre Hilfsstoffe v. Dr. Wilh. Massot, Lehrer a. d. Preuß. höh. Fachschule f. Textilindustrie i. Krefeld. M. 28 Fig. Nr. 186.

Feldgeschütz, Das moderne, I: Die Entwicklung des Feldgeschützes seit Einführung des gezogenen Infanteriegewehrs bis einschließlich der Erfindung des rauchlosen Pulvers, etwa 1850 bis 1890, von Oberstleutnant W. Heydenreich, Militärlehrer an der Militärtechn. Akademie in Berlin. Mit 1 Abbild. Nr. 306.

— — II: Die Entwicklung des heutigen Feldgeschützes auf Grund der Erfindung des rauchlosen Pulvers, etwa 1890 bis zur Gegenwart, von Oberstleutnant W. Heydenreich, Militärlehrer an der Militärtechn. Akademie in Berlin. Mit 11 Abbild. Nr. 307.

Fernsprechwesen, Das, von Dr. Ludwig Rellstab in Berlin. Mit 47 Fig. und 1 Tafel. Nr. 155.

Festigkeitslehre von W. Hauber, Diplom-Ingenieur. M. 56 Fig. Nr 288.

Fette, Die, und Oele sowie die Seifen- u. Kerzenfabrikation und die Harze, Lacke, Firnisse mit ihren wichtigsten Hilfsstoffen von Dr. Karl Braun in Berlin. **I:** Einführung in die Chemie, Besprechung einiger Salze und die Fette und Öle. Nr. 335.

— — **II:** Die Seifenfabrikation, die Seifenanalyse und die Kerzenfabrikation. Mit 25 Abbild. Nr. 336.

— — **III:** Harze, Lacke, Firnisse. Nr. 337.

Filzfabrikation. Textil-Industrie II: Weberei, Wirkerei, Posamentiererei, Spitzen- und Gardinenfabrikation und Filzfabrikation von Prof. Max Gürtler, Direktor der Königl. Techn. Zentralstelle für Textil-Industrie zu Berlin. Mit 27 Fig. Nr. 185.

Finanzwissenschaft v. Präsident Dr. R. van der Borght in Berlin. Nr. 148.

Firnisse, Harze, Lacke von Dr. Karl Braun in Berlin. (Die Fette und le III.) Nr. 337.

Fischerei und Fischzucht v. Dr. Karl Eckstein, Prof. an der Forstakademie Eberswalde, Abteilungsdirigent bei der Hauptstation des forstlichen Versuchswesens. Nr. 159.

Formelsammlung, Mathemat., u. Repetitorium d. Mathematik, enth. die wichtigsten Formeln und Lehrsätze d. Arithmetik, Algebra, algebraischen Analysis, ebenen Geometrie, Stereometrie, ebenen u. sphärischen Trigonometrie, math. Geographie, analyt. Geometrie d. Ebene u. d. Raumes, d. Different.- u. Integralrechn. v. O. Th. Bürklen, Prof. am Kgl. Realgymn. in Schw.-Gmünd. Mit 18 Fig. Nr. 51.

— **Physikalische,** von G. Mahler, Prof. a. Gymn. in Ulm. Mit 65 Fig. Nr. 136.

Forstwissenschaft von Dr. Ad. Schwappach, Professor an der Forstakademie Eberswalde, Abteilungsdirigent bei der Hauptstation des forstlichen Versuchswesens. Nr. 106.

Fremdwort, Das, im Deutschen von Dr. Rud. Kleinpaul in Leipzig. Nr. 55.

Fremdwörterbuch, Deutsches, von Dr. Rud. Kleinpaul in Leipzig. Nr. 273.

Gardinenfabrikation. Textil-Industrie II: Weberei, Wirkerei, Posamentiererei, Spitzen- und Gardinenfabrikation und Filzfabrikation von Prof. Max Gürtler, Direktor der Königl. Technischen Zentralstelle für Textil-Industrie zu Berlin. Mit 27 Fig. Nr. 185.

Gaskraftmaschinen, Die, von Ing. Alfred Kirschke in Halle a. S. Mit 55 Figuren. Nr. 316.

Geodäsie von Dr. C. Reinhertz, Prof. an der Techn. Hochschule Hannover. Mit 66 Abbild. Nr. 102.

Geographie, Astronomische, von Dr. Siegm. Günther, Prof. an der Techn. Hochschule in München. Mit 52 Abbild. Nr. 92.

— **Physische,** von Dr. Siegm. Günther, Prof. an der Königl. Techn. Hochschule in München. Mit 32 Abbild. Nr. 26.

— s. auch: Landeskunde. — Länderkunde.

Geologie von Prof. Dr. Eberh. Fraas in Stuttgart. Mit 16 Abbild. und 4 Taf. mit über 50 Fig. Nr. 13.

Geometrie, Analytische, der Ebene von Prof. Dr. M. Simon in Straßburg. Mit 57 Fig. Nr. 65.

— —**Aufgabensammlung zur Analytischen Geometrie der Ebene** von O. Th. Bürklen, Prof. am Kgl. Realgymnasium in Schwäb.-Gmünd. Mit 32 Fig. Nr. 256.

— **Analytische, des Raumes** von Prof. Dr. M. Simon in Straßburg. Mit 28 Abbild. Nr. 89.

— — **Aufgabensammlung z. Analyt. Geometrie d. Raumes** von O. Th. Bürklen, Prof. a. Realgymn. i. Schwäb.-Gmünd. M. 8 Fig. Nr. 309.

— **Darstellende,** von Dr. Robert Haußner, Prof. an der Univ. Jena. I. Mit 110 Fig. Nr. 142.

— **Ebene,** von G. Mahler, Prof. am Gymnasium in Ulm. Mit 111 zweifarb. Fig. Nr. 41.

Geometrie, Projektive, in synthet. Behandlung von Dr. Karl Doehlemann, Professor an der Universität München. Mit 91 Fig. Nr. 72.

Geschichte, Badische, von Dr. Karl Brunner, Prof. am Gymnasium in Pforzheim und Privatdozent der Geschichte an der Techn. Hochschule in Karlsruhe. Nr. 230.

— **der Christlichen Balkanstaaten** (Bulgarien, Serbien, Rumänien, Montenegro, Griechenland) von Dr. K. Roth in Kempten. Nr. 331.

— **Bayerische,** von Dr. Hans Ockel in Augsburg. Nr. 160.

— **des Byzantinischen Reiches** von Dr. K. Roth in Kempten. Nr. 190.

— **Deutsche, I: Mittelalter** (bis 1519) von Dr. F. Kurze, Prof. am Kgl. Luisengymn. in Berlin. Nr. 33.

— **Deutsche II: Zeitalter der Reformation und der Religionskriege** (1500—1648) von Dr. F. Kurze, Professor am Königl. Luisengymnasium in Berlin. Nr. 34.

— — **III: Vom Westfälischen Frieden bis zur Auflösung des alten Reichs** (1648—1806) von Dr. F. Kurze, Prof am Kgl. Luisengymnasium in Berlin. Nr. 35.

— — siehe auch: Quellenkunde.

— **Französische,** von Dr. R. Sternfeld, Prof. a. d. Univers. Berlin. Nr. 85.

— **Griechische,** von Dr. Heinrich Swoboda, Prof. an der deutschen Univers. Prag. Nr. 49.

— **des 19. Jahrhunderts** v. Oskar Jäger, o. Honorarprofessor an der Univers. Bonn. 1. Bdchn.: 1800—1852. Nr. 216.

— — 2. Bdchn.: 1853 bis Ende d. Jahrh. Nr. 217.

— **Israels** bis auf die griech. Zeit von Lic. Dr. J. Benzinger. Nr. 231.

— **Lothringens,** von Dr. Herm. Derichsweiler, Geh. Regierungsrat in Straßburg. Nr. 6.

— **des alten Morgenlandes** von Dr. Fr. Hommel, Prof. a. d Univers. München. M. 6 Bild. u. 1 Kart. Nr. 43.

Geschichte, Oesterreichische, I: Von der Urzeit bis zum Tode König Albrechts II. (1439) von Prof. Dr. Franz von Krones, neubearbeitet von Dr. Karl Uhlirz, Prof. an der Univ. Graz. Mit 11 Stammtaf. Nr. 104.

— — **II:** Vom Tode König Albrechts II. bis zum Westfälischen Frieden (1440 bis 1648), von Prof. Dr. Franz von Krones, neubearbeitet von Dr. Karl Uhlirz, Prof. an der Univ. Graz. Mit 3 Stammtafeln. Nr. 105.

— **Polnische,** v. Dr. Clemens Brandenburger in Posen. Nr. 338.

— **Römische,** von Realgymnasial-Dir. Dr. Jul. Koch in Grunewald. Nr. 19.

— **Russische,** v. Dr. Wilh. Reeb, Oberl. am Ostergymnasium in Mainz. Nr. 4.

— **Sächsische,** von Professor Otto Kaemmel, Rektor des Nikolaigymnasiums zu Leipzig. Nr. 100.

— **Schweizerische,** von Dr. K. Dändliker, Prof. a. d. Univ. Zürich. Nr. 188.

— **Spanische,** von Dr. Gustav Diercks. Nr. 266.

— **der Chemie** siehe: Chemie.

— **der Malerei** siehe: Malerei.

— **der Mathematik** s.: Mathematik.

— **der Musik** siehe: Musik.

— **der Pädagogik** siehe: Pädagogik.

— **der Physik** siehe: Physik.

— **des deutschen Romans** s.: Roman.

— **der deutschen Sprache** siehe: Grammatik, Deutsche.

— **des deutschen Unterrichtswesens** siehe: Unterrichtswesen.

Geschichtswissenschaft, Einleitung in die, von Dr. Ernst Bernheim, Prof. an der Univers. Greifswald. Nr. 270.

Geschütze der Fußartillerie, Die Entwicklung der. Vom Auftreten der gezogenen Geschütze bis zur Verwendung des rauchschwachen Pulvers 1850—1890 v. Mummenhoff, Major beim Stabe des Fußartillerie-Regiments Generalfeldzeugmeister (Brandenburgisches Nr. 3). Mit 50 Textbildern. Nr. 334.

Gesetzbuch, Bürgerliches, siehe: Recht des Bürgerlichen Gesetzbuches.

Gesundheitslehre. Der menschliche Körper, sein Bau und seine Tätigkeiten, von E. Rebmann, Oberschulrat in Karlsruhe. Mit Gesundheitslehre von Dr. med. H. Seiler. Mit 47 Abb. u. 1 Taf. Nr. 18.

Gewerbewesen von Werner Sombart, Prof. an d. Univers. Breslau. I. II. Nr. 203. 204.

Gewichtswesen. Maß-, Münz- und Gewichtswesen von Dr. Aug. Blind, Prof. an der Handelsschule in Köln. Nr. 283.

Gleichstrommaschine, Die, von C. Kinzbrunner, Ingenieur und Dozent für Elektrotechnik an der Municipal School of Technology in Manchester. Mit 78 Fig. Nr. 257.

Gletscherkunde von Dr. Fritz Machacek in Wien. Mit 5 Abbild. im Text und 11 Taf. Nr. 154.

Gottfried von Straßburg. Hartmann von Aue, Wolfram von Eschenbach u. Gottfried von Straßburg. Auswahl aus dem höf. Epos mit Anmerkungen und Wörterbuch von Dr. K. Marold, Prof. am Kgl. Friedrichskollegium zu Königsberg i. Pr. Nr. 22.

Grammatik, Deutsche, und kurze Geschichte der deutschen Sprache von Schulrat Professor Dr. O. Lyon in Dresden. Nr. 20.

— **Griechische,** I: Formenlehre von Dr. Hans Meltzer, Prof. an der Klosterschule zu Maulbronn. Nr. 117.

— — II: Bedeutungslehre und Syntax von Dr. Hans Meltzer, Prof. an der Klosterschule zu Maulbronn. Nr. 118.

— **Lateinische.** Grundriß der lateinischen Sprachlehre von Prof. Dr. W. Votsch in Magdeburg. Nr. 82.

— **Mittelhochdeutsche.** Der Nibelunge Nôt in Auswahl und mittelhochdeutsche Grammatik mit kurzem Wörterbuch von Dr. W. Golther, Prof. an der Univers. Rostock. Nr. 1.

— **Russische,** von Dr. Erich Berneker, Prof. an der Univers. Prag. Nr. 66.

— — siehe auch: Russisches Gesprächsbuch. — Lesebuch.

Handelskorrespondenz, Deutsche, von Prof. Th. de Beaux, Officier de l'Instruction Publique. Nr. 182.

— **Englische,** von E. E. Whitfield, M. A., Oberlehrer an King Edward VII Grammar School in King's Lynn. Nr. 237.

— **Französische,** von Professor Th. de Beaux, Officier de l'Instruction Publique. Nr. 183.

— **Italienische,** von Prof. Alberto de Beaux, Oberlehrer am Kgl. Institut S. S. Annunziata in Florenz. Nr. 219.

— **Russische,** von Dr. Theodor von Kawraysky in Leipzig. Nr. 315.

— **Spanische,** von Dr. Alfredo Nadal de Mariezcurrena. Nr. 295.

Handelspolitik, Auswärtige, von Dr. Heinr. Sieveking, Prof. an der Univers. Marburg. Nr. 245.

Handelswesen, Das, von Dr. Wilh. Lexis, Prof. a. d. Univers. Göttingen. I: Das Handelspersonal und der Warenhandel. Nr. 296.

— — II: Die Effektenbörse und die innere Handelspolitik. Nr. 297.

Harmonielehre von A. Halm. Mit vielen Notenbeilagen. Nr. 120.

Hartmann von Aue, Wolfram von Eschenbach und Gottfried von Straßburg. Auswahl aus dem höfischen Epos mit Anmerkungen und Wörterbuch von Dr. K. Marold, Prof. am Königlichen Friedrichskollegium zu Königsberg i. Pr. Nr. 22.

Harze, Lacke, Firnisse von Dr. Karl Braun in Berlin. (Die Fette und Öle III.) Nr. 337.

Hauptliteraturen, Die, d. Orients v. Dr. M. Haberlandt, Privatdoz. a. d. Univers. Wien. I. II. Nr. 162. 163.

Heldensage, Die deutsche, von Dr. Otto Luitpold Jiriczek, Prof. an der Univers. Münster. Nr. 32.

— siehe auch: Mythologie.

Industrie, Anorganische Chemische, v. Dr. Gust. Rauter in Charlottenburg. I: Die Leblancsodaindustrie und ihre Nebenzweige. Mit 12 Taf. Nr. 205.

Industrie, Anorganische Chemische, v. Dr. Gust. Rauter in Charlottenburg. II: Salinenwesen, Kalisalze, Düngerindustrie u. Verwandtes. Mit 6 Taf. Nr. 206.

— — III: Anorganische Chemische Präparate. Mit 6 Tafeln. Nr. 207.

— **der Silikate, der künstl. Bausteine und des Mörtels.** I: Glas- und keramische Industrie von Dr. Gustav Rauter in Charlottenburg. Mit 12 Taf. Nr. 233.

— — II: Die Industrie der künstlichen Bausteine und des Mörtels. Mit 12 Taf. Nr. 234.

Infektionskrankheiten, Die, und ihre Verhütung von Stabsarzt Dr. W. Hoffmann in Berlin. Mit 12 vom Verfasser gezeichneten Abbildung. u. einer Fiebertafel. Nr. 327.

Integralrechnung von Dr. Friedr. Junker, Prof. am Karlsgymn. in Stuttgart. Mit 89 Fig. Nr. 88.

— Repetitorium u. Aufgabensammlung zur Integralrechnung v. Dr. Friedrich Junker, Prof. am Karlsgymn. in Stuttgart. Mit 50 Fig. Nr. 147.

Kartenkunde, geschichtlich dargestellt von E. Gelcich, Direktor der k. k. Nautischen Schule in Lussinpiccolo und F. Sauter, Prof. am Realgymn. in Ulm, neu bearb. von Dr. Paul Dinse, Assistent der Gesellschaft für Erdkunde in Berlin. Mit 70 Abbild. Nr. 30.

Kerzenfabrikation. Die Seifenfabrikation, die Seifenanalyse und die Kerzenfabrikation von Dr. Karl Braun in Berlin. (Die Fette und Öle II.) Mit 25 Abbild. Nr. 336.

Kirchenlied. Martin Luther, Thom. Murner, und das Kirchenlied des 16. Jahrhunderts. Ausgewählt und mit Einleitungen und Anmerkungen versehen von Prof. G. Berlit, Oberlehrer am Nikolaigymnasium zu Leipzig. Nr. 7.

Klimakunde I: Allgemeine Klimalehre von Prof. Dr. W. Köppen, Meteorologe der Seewarte Hamburg. Mit 7 Taf. und 2 Fig. Nr. 114.

Kolonialgeschichte von Dr. Dietrich Schäfer, Prof. der Geschichte an der Univers. Berlin. Nr. 156.

Kolonialrecht, Deutsches, von Dr. H. Edler von Hoffmann, Privatdoz. an der Univers. Göttingen. Nr. 318.

Kompositionslehre. Musikalische Formenlehre von Stephan Krehl. I. II. Mit vielen Notenbeispielen. Nr. 149. 150.

Kontrollwesen, Das agrikulturchemische, von Dr. Paul Krische in Göttingen. Nr. 304.

Körper, der menschliche, sein Bau und seine Tätigkeiten, von E. Rebmann, Oberschulrat in Karlsruhe. Mit Gesundheitslehre von Dr. med. H. Seiler. Mit 47 Abbild. und 1 Taf. Nr. 18.

Kristallographie von Dr. W. Bruhns, Prof. an der Univers. Straßburg. Mit 190 Abbild. Nr. 210.

Kudrun und Dietrichepen. Mit Einleitung und Wörterbuch von Dr. O. L. Jiriczek, Prof. an der Univers. Münster. Nr. 10.

— — siehe auch: Leben, Deutsches, im 12. Jahrhundert.

Kultur, Die, der Renaissance. Gesittung, Forschung, Dichtung von Dr. Robert F. Arnold, Privatdozent an der Univers. Wien. Nr. 189.

Kulturgeschichte, Deutsche, von Dr. Reinh. Günther. Nr. 56.

Künste, Die graphischen, von Carl Kampmann, Fachlehrer a. d. k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien. Mit zahlreichen Abbild. und Beilagen. Nr. 75.

Kurzschrift siehe: Stenographie.

Lacke, Harze, Firnisse von Dr. Karl Braun in Berlin. (Die Fette und Öle III.) Nr. 337.

Länderkunde von Europa von Dr. Franz Heiderich, Prof. am Francisco-Josephinum in Mödling. Mit 14 Textkärtchen und Diagrammen und einer Karte der Alpeneinteilung. Nr. 62.

Länderkunde der außereuropäischen Erdteile von Dr. Franz Heiderich, Prof. a. Francisco-Josephinum in Mödling. Mit 11 Textkärtchen und Profil. Nr. 63.

Landeskunde u. Wirtschaftsgeographie d. Festland. Australien von Dr. Kurt Hassert, Professor der Geographie an d. Handels-Hochschule in Köln. Mit 8 Abbild., 6 graphisch. Tabellen und 1 Karte. Nr. 319.

Landeskunde von Baden von Prof. Dr. O. Kienitz in Karlsruhe. Mit Profil, Abbild. und 1 Karte. Nr. 199.

— **des Königreichs Bayern** von Dr. W. Götz, Prof. an der Kgl. Techn. Hochschule München. Mit Profilen, Abbild. u. 1 Karte. Nr. 176.

— **von Britisch-Nordamerika** von Prof. Dr. A. Oppel in Bremen. Mit 13 Abbild. und 1 Karte. Nr. 284.

— **von Elsaß-Lothringen** von Prof. Dr. R. Langenbeck in Straßburg i. E. Mit 11 Abbildgn. u. 1 Karte. Nr. 215.

— **der Iberischen Halbinsel** von Dr. Fritz Regel, Prof. an der Univers. Würzburg. Mit 8 Kärtchen und 8 Abbild. im Text und 1 Karte in Farbendruck. Nr. 235.

— **von Österreich-Ungarn** von Dr. Alfred Grund, Professor an der Univers. Berlin. Mit 10 Textillustration. und 1 Karte. Nr. 244.

— **der Rheinprovinz** von Dr. Victor Steinecke, Direktor des Realgymnasiums in Essen. Mit 9 Abbild., 3 Kärtchen und 1 Karte. Nr. 308.

— **des Königreichs Sachsen** v. Dr. J. Zemmrich, Oberlehrer am Realgymnas. in Plauen. Mit 12 Abbild. u. 1 Karte. Nr. 258.

— **von Skandinavien** (Schweden, Norwegen und Dänemark) von Heinrich Kerp, Lehrer am Gymnasium und Lehrer der Erdkunde am Comenius-Seminar zu Bonn. Mit 11 Abbild. und 1 Karte. Nr. 202.

— **des Königreichs Württemberg** v. Dr. Kurt Hassert, Prof. d. Geographie an der Handelshochschule in Köln. Mit 16 Vollbild. u. 1 Karte. Nr. 157.

Landwirtschaftliche Betriebslehre von Ernst Langenbeck in Bochum. Nr. 227.

Leben, Deutsches, im 12. u. 13. Jahrhundert. Realkommentar zu den Volks- und Kunstepen und zum Minnesang. Von Prof. Dr. Jul. Dieffenbacher in Freiburg i. B. 1 Teil: Öffentliches Leben. Mit zahlreichen Abbildungen. Nr. 93.

— — 2. Teil: Privatleben. Mit zahlreichen Abbildungen. Nr. 328.

Lessings Emilia Galotti. Mit Einleitung und Anmerkungen von Prof. Dr. W. Votsch. Nr. 2.

— **Minna v. Barnhelm.** Mit Anm. von Dr. Tomaschek. Nr. 5.

Licht. Theoretische Physik II. Teil: Licht und Wärme. Von Dr. Gust. Jäger, Prof. an der Univers. Wien. Mit 47 Abbild. Nr. 77.

Literatur, Althochdeutsche, mit Grammatik, Übersetzung und Erläuterungen von Th. Schauffler, Prof. am Realgymnasium in Ulm. Nr. 28.

Literaturdenkmäler des 14. u. 15. Jahrhunderts. Ausgewählt und erläutert von Dr. Hermann Jantzen, Direktor der Königin Luise-Schule in Königsberg i. Pr. Nr. 181.

— **des 16. Jahrhunderts I: Martin Luther, Thom. Murner u. das Kirchenlied des 16. Jahrhunderts.** Ausgewählt und mit Einleitungen und Anmerkungen versehen von Prof. G. Berlit, Oberlehrer am Nikolaigymnasium zu Leipzig. Nr. 7.

— — **II: Hans Sachs.** Ausgewählt und erläutert von Prof. Dr. Jul. Sahr. Nr. 24.

— — **III: Von Brant bis Rollenhagen: Brant, Hutten, Fischart, sowie Tierepos und Fabel.** Ausgewählt und erläutert von Prof. Dr. Julius Sahr. Nr. 36.

Literaturen, Die, des Orients. I. Teil: Die Literaturen Ostasiens und Indiens v. Dr. M. Haberlandt, Privatdozent an der Univers. Wien. Nr. 162.

Literaturen, Die, des Orients. II. Teil: Die Literaturen der Perser, Semiten und Türken, von Dr. M. Haberlandt, Privatdozent an der Univers. Wien. Nr. 163.

Literaturgeschichte, Deutsche, von Dr. Max Koch, Professor an der Univers. Breslau. Nr. 31.

— **Deutsche, der Klassikerzeit** von Carl Weitbrecht, Prof. an der Techn. Hochschule Stuttgart. Nr. 161.

— **Deutsche, des 19. Jahrhunderts** v. Carl Weitbrecht, Prof. an d. Techn. Hochschule Stuttgart. I. II. Nr. 134. 135.

— **Englische,** von Dr. Karl Weiser in Wien. Nr. 69.

— — Grundzüge und Haupttypen der englischen Literaturgeschichte von Dr. Arnold M. M. Schröer, Prof. an der Handelshochschule in Köln. 2 Teile. Nr. 286. 287.

— **Griechische,** mit Berücksichtigung der Geschichte der Wissenschaften von Dr. Alfred Gercke, Prof. an der Univers. Greifswald. Nr. 70.

— **Italienische,** von Dr. Karl Voßler, Prof. a. d. Univ. Heidelberg. Nr. 125.

— **Nordische,** I. Teil: Die isländische und norwegische Literatur des Mittelalters von Dr. Wolfgang Golther, Prof. an d. Univers. Rostock. Nr. 254.

— **Portugiesische,** von Dr. Karl von Reinhardstoettner, Prof. an der Kgl. Techn. Hochschule München. Nr. 213.

— **Römische,** von Dr. Hermann Joachim in Hamburg. Nr. 52.

— **Russische,** von Dr. Georg Polonskij in München. Nr. 166.

— **Slavische,** von Dr. Josef Karásek in Wien. 1. Teil: Ältere Literatur bis zur Wiedergeburt. Nr. 277.

— — 2. Teil: Das 19. Jahrh. Nr. 278.

— **Spanische,** von Dr. Rudolf Beer in Wien. I. II. Nr. 167. 168.

Logarithmen. Vierstellige Tafeln und Gegentafeln für logarithmisches und trigonometrisches Rechnen in zwei Farben zusammengestellt von Dr. Hermann Schubert, Prof. an der Gelehrtenschule des Johanneums in Hamburg. Nr. 81.

Logik. Psychologie und Logik zur Einführung in die Philosophie von Dr. Th. Elsenhans. Mit 13 Fig. Nr. 14.

Luther, Martin, Thom. Murner und das Kirchenlied des 16. Jahrhunderts. Ausgewählt und mit Einleitungen und Anmerkungen versehen von Prof. G. Berlit, Oberlehrer am Nikolaigymnasium zu Leipzig. Nr. 7.

Magnetismus. Theoretische Physik III. Teil: Elektrizität und Magnetismus. Von Dr. Gustav Jäger, Prof. an der Univers. Wien. Mit 33 Abbild. Nr. 78.

Malerei, Geschichte der, I. II. III. IV. V. von Dr. Rich. Muther, Prof. an d. Univers. Breslau. Nr. 107—111.

Mälzerei. Brauereiwesen I: Mälzerei von Dr. P. Dreverhoff, Direktor d. Öffentl. u. I. Sächs. Versuchsstat. für Brauerei u. Mälzerei, sowie der Brauer- u. Mälzerschule zu Grimma. Nr. 303.

Maschinenelemente, Die. Kurzgefaßtes Lehrbuch mit Beispielen für das Selbststudium und den prakt. Gebrauch von Fr. Barth, Oberingenieur in Nürnberg. Mit 86 Fig. Nr. 3.

Maß-, Münz- und Gewichtswesen von Dr. August Blind, Prof. an der Handelsschule in Köln. Nr. 283.

Maßanalyse von Dr. Otto Röhm in Stuttgart. Mit 14 Fig. Nr. 221.

Materialprüfungswesen. Einführ. i. d. mod. Technik d. Materialprüfung von K. Memmler, Diplomingenieur. Ständ. Mitarbeiter a. Kgl. Material-Prüfungsamte zu Groß-Lichterfelde. I: Materialeigenschaften. — Festigkeitsversuche. — Hilfsmittel f. Festigkeitsversuche. Mit 58 Fig. Nr. 311.

— — II: Metallprüfung u. Prüfung v. Hilfsmaterialien d. Maschinenbaues. — Baumaterialprüfung. — Papierprüfung. — Schmiermittelprüfung. — Einiges über Metallographie. Mit 31 Fig. Nr. 312.

Mathematik, Geschichte der, von Dr. A. Sturm, Professor am Obergymnasium in Seitenstetten. Nr. 226.

Mechanik. Theoret. Physik I. Teil: Mechanik und Akustik. Von Dr. Gustav Jäger, Prof. an der Univ. Wien. Mit 19 Abbild. Nr. 76.

Meereskunde, Physische, von Dr. Gerhard Schott, Abteilungsvorsteher an der Deutschen Seewarte in Hamburg. Mit 28 Abbild. im Text und 8 Taf. Nr. 112.

Messungsmethoden, Physikalische v. Dr. Wilhelm Bahrdt, Oberlehrer an der Oberrealschule in Groß-Lichterfelde. Mit 49 Fig. Nr. 301.

Metalle (Anorganische Chemie 2. Teil) v. Dr. Oskar Schmidt, dipl. Ingenieur, Assistent an der Königl. Baugewerkschule in Stuttgart. Nr. 212.

Metalloide (Anorganische Chemie 1. Teil) von Dr. Oskar Schmidt, dipl. Ingenieur, Assistent an der Kgl. Baugewerkschule in Stuttgart. Nr. 211.

Metallurgie von Dr. Aug. Geitz, diplom. Chemiker in München, I. II. Mit 21 Fig. Nr. 313. 314.

Meteorologie von Dr. W. Trabert, Prof. an der Univers. Innsbruck. Mit 49 Abbild. und 7 Taf. Nr. 54.

Mineralogie von Dr. R. Brauns, Prof. an der Univers. Kiel. Mit 130 Abbild. Nr. 29.

Minnesang und Spruchdichtung. Walther von der Vogelweide mit Auswahl aus Minnesang und Spruchdichtung. Mit Anmerkungen und einem Wörterbuch von Otto Güntter, Prof. an der Oberrealschule und an der Techn. Hochschule in Stuttgart. Nr. 23.

Morphologie, Anatomie u. Physiologie der Pflanzen. Von Dr. W. Migula, Prof. a. d. Forstakademie Eisenach. Mit 50 Abbild. Nr. 141.

Münzwesen. Maß-, Münz- und Gewichtswesen von Dr. Aug. Blind, Prof. an der Handelsschule in Köln. Nr. 283.

Murner, Thomas. Martin Luther, Thomas Murner und das Kirchenlied des 16. Jahrh. Ausgewählt und mit Einleitungen und Anmerkungen versehen von Prof. G. Berlit, Oberl. am Nikolaigymn. zu Leipzig. Nr. 7.

Musik, Geschichte der alten und mittelalterlichen, von Dr. A. Möhler. Mit zahlreichen Abbild. und Musikbeilagen. Nr. 121.

Musikalische Formenlehre (Kompositionslehre) v. Stephan Krehl. I. II. Mit vielen Notenbeispielen. Nr. 149. 150.

Musikgeschichte des 17. und 18. Jahrhunderts von Dr. K. Grunsky in Stuttgart. Nr. 239.

— **des 19. Jahrhunderts** von Dr. K. Grunsky in Stuttgart. I. II. Nr. 164. 165.

Musiklehre, Allgemeine, v. Stephan Krehl in Leipzig. Nr. 220.

Mythologie, Germanische, von Dr. Eugen Mogk, Prof. an der Univers. Leipzig. Nr. 15.

— **Griechische und römische,** von Dr. Herm. Steuding, Prof. am Kgl. Gymnasium in Wurzen. Nr. 27.

— siehe auch: Heldensage.

Nautik. Kurzer Abriß des täglich an Bord von Handelsschiffen angewandten Teils der Schiffahrtskunde. Von Dr. Franz Schulze, Direktor der Navigations-Schule zu Lübeck. Mit 56 Abbild. Nr. 84.

Nibelunge, Der, Nôt in Auswahl und Mittelhochdeutsche Grammatik m. kurz. Wörterbuch v. Dr. W. Golther Prof. an der Univ. Rostock. Nr. 1.

— — siehe auch: Leben, Deutsches, im 12. Jahrhundert.

Nutzpflanzen von Prof. Dr. J. Behrens, Vorst. d. Großh. landwirtschaftl. Versuchsanst. Augustenberg. Mit 53 Fig. Nr. 123.

Öle siehe: Fette.

Pädagogik im Grundriß von Prof. Dr. W. Rein, Direktor des Pädagog. Seminars an der Univ. Jena. Nr. 12.

— **Geschichte der,** von Oberlehrer Dr. H. Weimer in Wiesbaden. Nr. 145.

Paläontologie v. Dr. Rud. Hoernes, Prof. an der Univ. Graz. Mit 87 Abbild. Nr. 95.

Parallelperspektive. Rechtwinklige und schiefwinklige Axonometrie von Prof. J. Vonderlinn in Münster. Mit 121 Fig. Nr. 260.

Perspektive nebst einem Anhang üb. Schattenkonstruktion und Parallelperspektive von Architekt Hans Freyberger, Oberl. an der Baugewerkschule Köln. Mit 88 Abbild. Nr. 57.

Petrographie von Dr W. Bruhns, Prof. a. d. Univers. Straßburg i. E. Mit 15 Abbild. Nr. 173.

Pflanze, Die, ihr Bau und ihr Leben von Oberlehrer Dr. E. Dennert. Mit 96 Abbild. Nr. 44.

Pflanzenbiologie von Dr. W. Migula, Prof. a. d. Forstakademie Eisenach. Mit 50 Abbild. Nr. 127.

Pflanzenkrankheiten v. Dr. Werner Friedrich Bruck in Gießen. Mit 1 farb. Taf. u. 45 Abbild. Nr. 310.

Pflanzen-Morphologie, -Anatomie und -Physiologie von Dr. W. Migula, Prof. an der Forstakad. Eisenach. Mit 50 Abbild. Nr. 141.

Pflanzenreich, Das. Einteilung des gesamten Pflanzenreichs mit den wichtigsten und bekanntesten Arten von Dr. F. Reinecke in Breslau und Dr. W. Migula, Prof. an der Forstakad. Eisenach. Mit 50 Fig. Nr. 122.

Pflanzenwelt, Die, der Gewässer von Dr. W. Migula, Prof. an der Forstakademie Eisenach. Mit 50 Abbild. Nr. 158.

Pharmakognosie. Von Apotheker F. Schmitthenner, Assistent am Botan. Institut der Technischen Hochschule Karlsruhe. Nr. 251.

Philosophie, Einführung in die, von Dr. Max Wentscher, Prof. a. d. Univers. Königsberg. Nr. 281.

— Psychologie und Logik zur Einführ. in die Philosophie von Dr. Th. Elsenhans. Mit 13 Fig. Nr. 14.

Photographie, Die. Von H. Keßler, Prof. an der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien. Mit 4 Taf. und 52 Abbild. Nr. 94.

Physik, Theoretische, I. Teil: Mechanik und Akustik. Von Dr. Gustav Jäger, Prof. an der Univers. Wien. Mit 19 Abbild. Nr. 76.

— — II. Teil: Licht und Wärme. Von Dr. Gustav Jäger, Prof. an der Univ. Wien. Mit 47 Abbild. Nr. 77.

— — III. Teil: Elektrizität und Magnetismus. Von Dr. Gustav Jäger, Prof. an der Univers. Wien. Mit 33 Abbild. Nr. 78.

— **Geschichte der,** von A. Kistner, Prof. an der Großh. Realschule zu Sinsheim a. E I: Die Physik bis Newton. Mit 13 Fig. Nr. 293.

— — II: Die Physik von Newton bis zur Gegenwart. Mit 3 Fig. Nr. 294.

Physikalische Aufgabensammlung von G. Mahler, Prof. d. Mathem. u. Physik am Gymnasium in Ulm. Mit den Resultaten. Nr. 243.

Physikalische Formelsammlung von G. Mahler, Prof. am Gymnasium in Ulm. Mit 65 Fig. Nr. 136.

Physikalische Messungsmethoden v. Dr. Wilhelm Bahrdt, Oberlehrer an der Oberrealschule in Groß-Lichterfelde. Mit 49 Fig. Nr 301.

Plastik, Die, des Abendlandes von Dr. Hans Stegmann, Konservator am German. Nationalmuseum zu Nürnberg. Mit 23 Taf. Nr. 116.

Poetik, Deutsche, von Dr. K. Borinski, Prof. a. d. Univ. München. Nr. 40.

Posamentiererei. Textil-Industrie II: Weberei, Wirkerei, Posamentiererei, Spitzen- und Gardinenfabrikation und Filzfabrikation von Prof. Max Gürtler, Direktor der Königl. Techn. Zentralstelle für Textil-Ind. zu Berlin. Mit 27 Fig. Nr. 185.

Psychologie und Logik zur Einführ. in die Philosophie, von Dr. Th. Elsenhans. Mit 13 Fig. Nr. 14.

Psychophysik, Grundriß der, von Dr. G. F. Lipps in Leipzig. Mit 3 Fig. Nr. 98.

Pumpen, hydraulische und pneumatische Anlagen. Ein kurzer Überblick von Regierungsbaumeister Rudolf Vogdt, Oberlehrer an der kgl. höheren Maschinenbauschule in Posen. Mit zahlr. Abbild. Nr. 290.

Quellenkunde zur deutschen Geschichte von Dr. Carl Jacob, Prof. an der Univers. Tübingen. 2 Bde. Nr. 279. 280.

Radioaktivität von Chemiker Wilh. Frommel. Mit 18 Abbild. Nr. 317.

Rechnen, Kaufmännisches, von Richard Just, Oberlehrer an der Öffentlichen Handelslehranstalt der Dresdener Kaufmannschaft. I. II. III. Nr. 139. 140. 187.

Recht d. Bürgerlich. Gesetzbuches. Zweites Buch: Schuldrecht I. Abteilung: Allgemeine Lehren von Dr. Paul Oertmann, Professor an der Universität Erlangen Nr. 323.

— — II. Abteilung: Die einzelnen Schuldverhältnisse v. Dr. Paul Oertmann, Professor an der Universität Erlangen. Nr. 324.

— Viertes Buch: Familienrecht von Dr. Heinrich Titze, Prof. an der Univers. Göttingen. Nr. 305.

Rechtslehre, Allgemeine, von Dr. Th. Sternberg, Privatdoz an der Univers. Lausanne. I: Die Methode. Nr. 169.

— II: Das System. Nr. 170.

Rechtsschutz, Der internationale gewerbliche, von J Neuberg, Kaiserl. Regierungsrat, Mitglied des Kaiserl.Patentamts zu Berlin. Nr.271.

Redelehre, Deutsche, v. Hans Probst, Gymnasialprof. in Bamberg. Mit einer Taf. Nr. 61.

Religionsgeschichte, Alttestamentliche, von D. Dr. Max Löhr, Prof. an der Univers. Breslau. Nr. 292.

— **Indische,** von Prof. Dr. Edmund Hardy. Nr. 83.

— — siehe auch Buddha.

Religionswissenschaft, Abriß der vergleichenden, von Prof. Dr. Th. Achelis in Bremen. Nr. 208.

Renaissance. Die Kultur d. Renaissance. Gesittung. Forschung, Dichtung von Dr. Robert F. Arnold, Privatdoz. an der Univ. Wien. Nr. 189.

Roman. Geschichte d. deutschen Romans von Dr. Hellmuth Mielke. Nr. 229.

Russisch-Deutsches Gesprächsbuch von Dr. Erich Berneker, Prof. an der Univers. Prag. Nr. 68.

Russisches Lesebuch mit Glossar von Dr. Erich Berneker, Prof. an der Univers. Prag. Nr. 67.

— — siehe auch: Grammatik.

Sachs, Hans. Ausgewählt und erläutert von Prof. Dr. Julius Sahr. Nr. 24.

Säugetiere. Das Tierreich I: Säugetiere von Oberstudienrat Prof. Dr. Kurt Lampert, Vorsteher des Kgl. Naturalienkabinetts in Stuttgart. Mit 15 Abbild. Nr. 282.

Schattenkonstruktionen v. Prof. J. Vonderlinn in Münster. Mit 114 Fig. Nr. 236.

Schmarotzer u. Schmarotzertum in der Tierwelt. Erste Einführung in die tierische Schmarotzerkunde v. Dr. Franz v. Wagner, a. o. Prof. a. d. Univers. Graz. Mit 67 Abbild. Nr. 151.

Schule, Die deutsche, im Auslande, von Hans Amrhein in Halle a. S. Nr. 259.

Schulpraxis. Methodik der Volksschule von Dr. R. Seyfert, Seminaroberlehrer in Annaberg. Nr. 50.

Seifenfabrikation, Die, die Seifenanalyse und die Kerzenfabrikation von Dr. Karl Braun in Berlin. (Die Fette und Öle II.) Mit 25 Abbild. Nr. 336.

Simplicius Simplicissimus von Hans Jakob Christoffel v. Grimmelshausen. In Auswahl herausgegeb. von Prof. Dr. F. Bobertag, Dozent an der Univers. Breslau. Nr. 138.

Soziologie von Prof. Dr. Thomas Achelis in Bremen. Nr. 101.

